

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Vliv výživy na kvalitu vepřového masa

Bakalářská práce

Soňa Brandnerová

Zemědělství, zahradnictví a rozvoj venkova

doc. Ing. Jaroslav Čítek, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv výživy na kvalitu vepřového masa" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 26.4.2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu práce doc. Ing. Jaroslavu Čítkovi, Ph.D. za jeho odbornou pomoc, rady a trpělivost při tvoření této bakalářské práce. Zároveň bych ráda poděkovala své rodině a kolegyni za trpělivost a morální podporu.

Vliv výživy na kvalitu vepřového masa

Souhrn

Cílem této bakalářské práce bylo popsat problematiku vlivu výživy na kvalitu vepřového masa. Bylo popsáno složení a vlastnosti vepřového masa, což je důležité pro pochopení vlivu jednotlivých živin v potravě.

V souvislosti s tím byly popsány odchylky kvality vepřového masa. Výživa prasat hraje klíčovou roli při formování kvality což bylo diskutováno v hlavní části této literární rešerše, která se zabývala důležitostmi živin, krmiv a krmných doplňků, které mohou ovlivnit technologické, senzorické a nutriční ukazatele kvality vepřového masa. Mezi nejdůležitější živiny ovlivňující kvalitu masa patří aminokyseliny. Ty jsou základními stavebními bloky bílkovin, které mají vliv na svalový růst a složení masa. Zvláště důležité jsou esenciální aminokyseliny, které musí být poskytnuty v dostatečném množství prostřednictvím krmiva, aby se zajistil optimální růst a kvalita masa.

Dále je to intramuskulární tuk, který je často spojen s mramorováním masa. Jeho obsah může ovlivnit chuťové vlastnosti masa a jeho šťavnatost. Kvalita tuku je také důležitá z hlediska výživové hodnoty masa a jeho nutričních vlastností. Podstatná část práce se zabývá také různými alternativami krmiv a krmných doplňků jako jsou rybí tuk, lněné semínko či houbový prášek. Výzkum v oblasti vlivu výživy na kvalitu vepřového masa je stále v průběhu a zkoumá různé aspekty, včetně dopadu různých druhů krmiva, vitamínů a minerálů na kvalitu masa.

V závěru práce byly popsány ekonomické dopady, a to jak na spotřebitele, tak na výrobce.

Klíčová slova: Prase; živiny; kvalita masa; ekonomické dopady

Influence of nutrition on the quality of pork

Summary

The aim of this bachelor thesis was to describe the influence of nutrition on the quality of pork meat. The composition and properties of pork meat were described, which is important for understanding the influence of different nutrients in the diet.

In this context, deviations in pork quality were described. Pig nutrition plays a key role in shaping the quality which was discussed in the main part of the literature search which looked at the importance of nutrients, feeds and feed additives that can affect the technological, sensory and nutritional quality parameters of pork. Among the most important nutrients affecting meat quality are amino acids. These are the basic building blocks of protein, which influence muscle growth and meat composition. Especially important are the essential amino acids, which must be provided in sufficient quantities through the feed to ensure optimum growth and meat quality.

Next is intramuscular fat, which is often associated with marbling of the meat. Its content can affect the flavour characteristics of the meat and its juiciness. The quality of the fat is also important in terms of the nutritional value of the meat and its nutritional properties. A substantial part of the thesis also deals with different feed and feed additive alternatives such as fish oil, linseed or mushroom powder. Research on the effect of nutrition on pork quality is still ongoing and studies various aspects, including the impact of different feed types, vitamins and minerals on meat quality.

The paper concludes by describing the economic impacts, both on consumers and producers.

Keywords: Pig; nutrients; meat quality; economic impacts

Obsah

1	Úvod	7
2	Cíl práce	8
3	Literární rešerše	9
3.1	Maso	9
3.2	Chemické složení masa	9
3.2.1	Voda	10
3.2.2	Bílkoviny	10
3.2.3	Lipidy	11
3.2.4	Minerální látky	12
3.2.5	Vitamíny	13
3.2.6	Extraktivní látky	13
3.3	Vlastnosti masa	14
3.3.1	Nutriční hodnota	14
3.3.2	Senzorické vlastnosti	14
3.3.3	Technologické vlastnosti	16
3.4	Jatečná hodnota prasat	18
3.4.1	Faktory ovlivňující jatečnou hodnotu a kvalitu masa	18
3.4.1.1	Jakostní odchylky vepřového masa	19
3.5	Výživa prasat	20
3.6	Živiny krmiva	23
3.6.1	Energie	23
3.6.2	Dusíkaté látky	23
3.6.3	Minerální látky	26
3.6.4	Vitamíny	28
3.6.5	Voda	31
3.6.6	Aditiva	31
4	Ekonomické dopady	32
4.1	Potenciální metody pro stanovení ekonomiky výživového programu	33
4.1.1	Náklady na krmivo	33
4.1.2	Náklady na krmivo na jednotku zisku	33
4.1.3	Příjmy nad náklady na krmivo	33
5	Závěr	34
6	Literatura	35
7	Seznam použitých zkratk a symbolů	46

1 Úvod

Vepřové maso má v České republice dlouhodobou tradici, chov prasat je zde druhým nejvýznamnějším odvětvím živočišné výroby. Proces šlechtění v chovu prasat musí zajistit produkci libového jatečného hybrida s vysokou nutriční hodnotou, při zachování vysoké kvality masa s eliminací nežádoucích postmortálních změn. V posledních letech se chov prasat v České republice vyvíjí velmi nepříznivě.

Od roku 2004, kdy byl stav 2 195 tisíc kusů, klesl stav prasat v roce 2011 na 1 658 tisíc kusů, stavy prasnic poklesly na 104 tisíc kusů. Důvodem poklesů jsou dovozy selat a snižování tuzemské poptávky po jatečných prasatech. Soběstačnost ve výrobě vepřového masa činila v roce 2010 pouze 62,3 % a spotřeba vepřového masa za rok na 1 obyvatele byla 40,9 kg. V roce 2022 byla domácí produkce vepřového masa 216 745 a podíl domácí produkce na spotřebě vepřového tak byl jen 46 %.

Vepřové maso je přitom pro spotřebitele životně důležitou potravinou, jelikož nabízí mnoho základních nutričních složek, jako jsou bílkoviny, esenciální aminokyseliny, tuky, minerály a vitamíny pro zdravý růst lidského těla (Perez et al. 2019)

2 Cíl práce

Cílem práce je vytvoření literární rešerše popisující problematiku vlivu výživy na kvalitu vepřového masa. Budou popsány živiny, krmiva a krmné doplňky, které mohou ovlivnit technologické a nutriční ukazatele kvality vepřového masa. Dále budou popsány, jaké ekonomické dopady mohou tyto efekty mít při výkrmu prasat.

3 Literární rešerše

3.1 Maso

Masem v užším slova smyslu se rozumí kosterní svalovina savců a ptáků s přirozeně obsaženou tukovou a pojivovou tkání. V širším slova smyslu lze jako maso označit veškeré požitelné části těl živočichů (zejména svalovina, ale i vnitřnosti, šlachy, krev a sádlo) určených ke konzumaci (Steinhauser a kol. 2000; Čížková 2019).

Stavba masa a jeho chemické složení ovlivňuje jeho technologické a senzorické vlastnosti. Mezi nejvýznamnější vlastnosti masa patří chutnost, křehkost, textura, barva a vaznost (Kadlec et al., 2002). Jako maso jsou definovány všechny části těl živočichů včetně ryb a bezobratlých, v čerstvém nebo upraveném stavu, které se hodí k lidské výživě. Někdy se tato definice omezuje jen na teplokrevné živočichy. V užším slova smyslu se však masem rozumí jen kosterní svalovina, a to buď samotná svalová tkáň nebo svalová tkáň, včetně vmezeřeného tuku, cév, nervů, vazivových a jiných částí, které jsou ve svalovině obsaženy (Pipek 1995; ČSN 1985).

Pro rychlé a snadné hodnocení složení masa na základě stanovení jedné složky se používá Federovo číslo, které je důležitým kritériem. Je vyjádřeno jako poměr obsahu vody a bílkovin. U syrového masa má hodnotu přibližně 3,5-3,65 bývá poměrně stálé. Pro vepřové maso je tento poměr 3,62. Maso, které má hodnotou Federova čísla vyšší než 3,5 se vyznačuje vyšším obsahem tuku a naopak (Pipek 1995). Podle Kadlece et al. (2002) vykazuje vepřové maso nejnižší obsah cholesterolu a to 400-600 mg.kg-1. Prasata jsou druhým nejvýznamnějším zdrojem masa (Pipek 1995).

Hlavním cílem chovatelských záměrů je produkce jatečných prasat s optimálním podílem libového masa při nízkém podílu tuku a odpovídající kvalitě. Za posledních dvacet let se tyto snahy projevíly zvýšením obsahu bílkovin o 3,8 % a současně snížením obsahu tuku ve svalovině o 14 %. Do popředí stále více vystupuje studium kvalitativních znaků, které dohromady dávají předpoklad výroby kvalitního masa vysoké nutriční hodnoty (Okrouhlá a kol. 2006; Stupka a kol. 2008)

Libová svalovina je složena z vody, bílkovin, tuků, minerálních látek, vitamínů a extraktivních látek. Obsah sacharidů v mase je relativně nízký, a proto jsou zahrnuty do celkového množství bezdusíkatých extraktivních látek. Z dostupných dat vyplývá, že základní složení čisté libové kosterní svaloviny jatečných zvířat je přibližně následující: voda 70–75 %, bílkoviny 18–22 %, tuk 2–3 %, minerální látky 1–1,5 %, dusíkaté extraktivní látky 1,7 %, extraktivní látky bezdusíkaté 0,9–1,0 %. Tyto rozmezí hodnot lze chápat jako obvyklé rozsahy, a ne jako přesně dané mezihodnoty (Ingr 1996).

3.2 Chemické složení masa

Chemické složení je důležitý jakostní ukazatel kvality masa, od kterého se odvozují klíčové vlastnosti masa. Jednotlivá jatečná opracovaná těla zvířat mají rozdílný obsah bílkovin, tuku a kostí což je ovlivněno velkým množstvím faktorů, jako druh zvířete, plemeno, věk, výživa, šlechtění atd. Kvůli tomu je nejčastěji analyzováno a dokumentováno chemické složení libové svaloviny (Ingr 2004).

Největší zastoupení v libové svalovině tvoří voda a to 75 %, významnou část zastupují bílkoviny 20 %, tuky 3 %, minerální látky 1-1,5 %, bezdusíkaté extraktivní látky až 1 % a extraktivní dusíkaté látky 1,7 % (Steinhauser a kol. 1995).

Jednoznačná charakterizace chemického složení masa je však komplikovaná. Pokud se zaměříme pouze na čistou svalovinu, bez extramuskulárního tuku, šlach a povázek, získáme jiné složení než při zahrnutí průměrného masa (obsahujícího svalovinu spolu s mezisvalovým tukem a dalšími tkáněmi) (Pipek 1995).

3.2.1 Voda

Voda tvoří hlavní složku masa. Tato voda je vázána s různou pevností a různým způsobem. Nejpevněji vázaná je hydratační voda, zatímco další podíly vody jsou zadrženy mezi jednotlivými strukturálními částmi svaloviny. Zbývající část je volně pohyblivá v mezibuněčných prostorech. Z technologického hlediska se voda rozlišuje na volnou a vázanou podle toho, jestli volně vytéká z masa za daných podmínek. Hlavní část vody v mase je ve fyzikálně-chemickém smyslu "volná", ale pouze část této vody je skutečně volně pohyblivá, zbytek je imobilizovaný. Dokonce i volně pohyblivá voda je částečně uzavřena v buňkách a svalových vláknech, takže ani tato voda nevytéká volně z masa, ale až po porušení příslušných buněčných obalů. Hlavní podíl vody je obsažen v myofibrilách, a proto jsou za vaznost odpovědné především myofibrilární bílkoviny (Pipek 1995).

Obecně platí, že voda v potravinách slouží jako důležité reakční prostředí a zároveň významně ovlivňuje senzorycké vlastnosti. Obsah vody v mase se liší v závislosti na anatomickém původu, druhu, plemeni, stáří, krmení a životních podmínkách zvířat, pohybující se v rozmezích od 46 % do 78 % (Kyzlink 1990). V organismu není přítomna čistá voda, ale voda obsahující buď rozpuštěné krystaly solí nebo vázanou s koloidy. Podílí se na stavbě struktur živých buněk a tkání jako součást bílkovinných koloidů. Koncentrace elektrolytů ve vodě ovlivňuje reakce, osmotický tlak a elektrickou vodivost tělních tekutin. Enzymy působí na vodu v rámci biochemických procesů, jako jsou hydrolýza, hydratace, oxidačně redukční procesy, syntéza organických látek a buněčné dýchání (Zeman 1999).

Voda je nejvíce zastoupenou složkou masa. Z hlediska nutričního je bezvýznamná, má však velký význam pro senzoryckou, kulinární, a především pro technologickou jakost masa. Schopnost masa vázat vodu (vaznost) je jednou z nejvýznamnějších vlastností masa při jeho zpracování, poněvadž výrazně ovlivňuje kvalitu výrobků i ekonomickou efektivitu jejich produkce (Pirtyáková 2011). Dle Velíška (2002) závisí obsah vody ve svalovině především na obsahu tuku. Vepřové maso má díky relativně vysokému obsahu tuku nejnižší obsah vody, a to 30–72 %.

3.2.2 Bílkoviny

Bílkoviny jsou klíčovou složkou masa z nutričního i technologického pohledu, přičemž jejich obsah v mase je mimořádně vysoký (Ingr 1996; Steinhauser 2000). Bílkoviny a jejich stavební kameny, aminokyseliny, které se nacházejí ve vepřovém mase, mohou lidskému tělu poskytnout nezbytné esenciální aminokyseliny (Wu et al. 2014).

Okrouhlá a kol. (2010) zjistili, že maso poskytuje významný zdroj bílkovin s vyváženým obsahem aminokyselin. V libovém mase je průměrně 21-22 % bílkovin a lze je

rozdělit na tři skupiny. Sarkoplazmatické (ty jsou rozpustné ve vodě a slabých solných roztocích), myofibrilární (rozpuštěné v roztocích solí) a stromatické (nazývané též bílkoviny pojivových tkání; nejsou rozpustné ani ve vodě ani v solných roztocích) (Pipek a Pour 1998; Kameník a kol. 2014).

Množství svalových bílkovin, tedy jak sarkoplazmatických, tak myofibrilárních, je klíčovým faktorem pro hodnocení kvality masa. Toto množství se typicky stanovuje jako rozdíl mezi celkovým obsahem bílkovin v mase a obsahem bílkovin stromatických (Pipek a Pour 1998).

Sarkoplazmatické bílkoviny představují přibližně 50 různých bílkovin, z nichž nejvýznamnější jsou myogen, myoalbumin, myoglobin, hemoglobin, albuminy a globulin X. Z těchto bílkovin má zvláštní význam myoglobin, který je hlavním přirozeným barvivem masa. Během tepelného zpracování se sarkoplazmatické bílkoviny denaturují a přeměňují se na pevný gel, což podporuje vytvoření konzistence tepelně zpracovaného masa (Ingr 1996; Steinhauser a kol. 2000).

Myofibrilární bílkoviny jsou společně s bílkovinami sarkoplazmatickými hlavními typy bílkovin v mase (Li et al. 2023). Tyto bílkoviny jsou zodpovědné za svalovou kontrakci, váží největší část vody v mase a významně ovlivňují posmrtné změny masa, což má vliv na jeho vlastnosti. Dle funkce jsou klasifikovány jako kontraktilní (například aktin a myosin), regulační (tropomyosin, troponin, actinin) a podpůrné, jako jsou cytoskeletální bílkoviny (například titin, nebulin, C-protein, Z protein, M-protein) (Steinhauser a kol. 2000).

Bílkoviny pojivových tkání, známé také jako stromatické bílkoviny (skleroproteiny), jsou převážně přítomny ve vazivách, šlachách, kloubních pouzdrech, kůži a chrupavkách, a také jsou nedílnou součástí svalů ve formě membrán a extracelulárních pojivových tkání. Mezi tyto bílkoviny patří zejména kolageny, elastin, a retikulín, spolu s keratiny, muciny, a mukoidy. S největší četností se však vyskytuje kolagen, jehož obsah obvykle stanovuje celkové množství stromatických bílkovin. Svaly, které jsou vystaveny větší zátěži, mají vyšší obsah kolagenu a elastinu než svaly s menší zátěží. Z pohledu výživy jsou stromatické bílkoviny považovány za neúplné, protože jim chybí některé esenciální aminokyseliny, například tryptofan chybí úplně (Pipek 1995; Steinhauser a kol. 2000).

Během zpracování a skladování masa je oxidace velice důležitým aspektem, který vede k řadě konformačních změn bílkovin (Li et al. 2023).

3.2.3 Lipidy

Ukládání lipidů a složení vepřového masa ovlivňuje nejen sensorickou kvalitu, ale také stanovuje jeho nutriční hodnotu. Mezi lipidy vepřového masa patří triglyceridy (TAG), cholesterol a fosfolipidy, přičemž TAG dominují v tuku svaloviny. Ten se dělí na mezsvalový tuk a intramuskulární tuk (IMT). Intramuskulární tuk obsahuje také fosfolipidy, které mají vliv na chuť vepřového masa. V TAG jsou přítomny tři typy mastných kyselin: nasycené (SFA), mononenasycené (MUFA) a polynenasycené (PUFA) (Yi 2023).

Hromadění tuku je u zvířat výsledkem nerovnováhy mezi syntézou a degradací. Když je syntéza mastných kyselin větší než spotřeba, mastné kyseliny se uloží v buňkách místo toho, aby byly mobilizovány k poskytování energie (Yi 2023).

Steinhauser a kol. (2000) uvádějí, že tuk je v těle nerovnoměrně rozložen. Malá část je uložena přímo uvnitř svaloviny (intramuskulární, vnitrosvalový), zatímco zbytek tvoří tukové zásoby v samostatné svalové tkáni (depotní, zásobní). Tuk v mase má sensorický význam, jelikož slouží jako nosič pro mnoho aromatických látek, které se uvolňují při tepelném zpracování masa. Tuk tak přispívá k jeho chutnosti tím, že poskytuje prekurzory pro rozvoj chuti (Dvořák 1987). Pro tu, a také pro křehkost masa je důležitý zejména intramuskulární tuk, který se nachází mezi svalovými vlákny ve formě žilek, tvořících tzv. mramorování masa.

Dle Kadlece a kol. (2002) je maso s vyvinutým mramorováním vysoce ceněno, protože je křehčí a má bohatší chuť. Lipidy obsažené v mase zahrnují cenné nenasycené mastné kyseliny. Ačkoli více nenasycené maso může být žádoucí pro svou vysokou nutriční hodnotu, může být náchylnější k oxidaci lipidů (to je hlavní příčina nemikrobiální degradace masa) (Amaral et al. 2018).

Studie Albendea et al. (2023) ukázala, že pokud byl přidán do krmiva olivový olej z pokrutin v množství 5 %, pak se zvýšila oxidace lipidů ve vepřovém mase. Oxidace lipidů může mít negativní dopad na barvu masa, nutriční hodnotu, strukturu a chuť a dochází tak ke ztrátě sensorické přijatelnosti.

Obsah cholesterolu je předmětem kritického hodnocení, přičemž jeho množství jak v svalovině, tak v tukové tkáni, se pohybuje přibližně ve stejných hodnotách (500 až 700 mg.kg⁻¹). Nejnižší koncentraci cholesterolu vykazuje maso vepřové (400-600 mg.kg⁻¹). Na rozdíl od tuku se cholesterol převážně nachází v libové části masa (Pennington 1989).

Steinhauser et al. (2000) uvádějí, že mezi barviva rozpustná v tucích (lipochromy) patří především karoteny (žlutočervené) a xantofyly (žluté). Zejména karoteny ovlivňují barvu tuku, který získává odstíny od žluté po oranžovou. Některé tuky, jako je vepřové sádlo a skopový lůj, jsou však bílé, protože karoteny v nich nejsou uloženy. Obsah lipochromů je především závislý na složení krmiv a životní úrovni zvířat.

3.2.4 Minerální látky

Minerální látky tvoří zhruba 1 % hmotnosti masa a jsou známy jako látky, které zůstávají v popelu po zpopelnění masa. Velká část z nich je rozpustná ve vodě a ve formě iontů je obsažena ve svalovině. Bohužel během zpracování, skladování a přípravy jídel dochází ke ztrátám minerálních látek tam, kde se uvolňuje šťáva z masa nebo dochází k vyluhování do vody. Největší zastoupení v mase mají železo, zinek, draslík a vápník. Železo je v hemových barvivech, zatímco vápník hraje roli při svalové kontrakci, srážení krve a výstavbě kostí. Při zpracování masa může dojít k nepřírozenému zvýšení obsahu minerálních látek, především chloridu sodného (Pipek 1995; Steinhauser a kol. 1995).

Podle Hovorky a kol. (1987) mohou být v mase v množství až 1,5 % a zlepšují jeho jakost tím, že svalová vlákna jsou jemnější, tuk stejnoměrně rozprostřen kolem svalových vláken a maso je šťavnatější.

Dle Steinhausera a kol. (1995) je význam min. látek jako např. železa dán především jeho využitelností, jelikož z rostlinné stravy můžeme využít zhruba 10 % obsahu Fe, z masa to je až 35 %.

3.2.5 Vitamíny

Maso je bohatým zdrojem vitamínů skupiny B, především vitamínu B₁₂. Ten je jedinečný tím, že se vyskytuje pouze v potravinách živočišného původu. V játrech a tukové tkáni se nacházejí vitamíny rozpustné v tucích A, D a E. Obsah vitamínu C v masě je zanedbatelný, větší množství se nalezneme hlavně v čerstvé krvi a játrech. V drobech je všeobecně obsaženo vysoké procento vitamínů (Steinhauser a kol. 1995; Pipek 1998).

Kerry & Ledward (2002) tvrdí, že vepřové maso patří k nejvýznamnějším zdrojům thiaminu (vitaminu B₁) a obsahuje ho zhruba 5-10 x více než např. maso hovězí. Celkově jsou vitaminy B skupinou hydrofilní, a proto jich libové maso obsahuje podstatně větší množství než tučné maso.

3.2.6 Extraktivní látky

Název této skupiny látek je odvozen od jejich rozpustnosti ve vodě (při teplotě 80 °C). Vznikají především v průběhu postmortálních změn. V masě jsou obsaženy spíše v menším množství a představují složky enzymů, avšak plní i další specifické role v metabolismu. Chemicky jsou velmi různorodé. Hrají významnou roli při formování charakteristické chuti a vůně masa. Pro chutnost je nejvýznamnější kys. inosinová (případně inosin a organické fosfáty), glykoproteiny a také glutamin. Určité extraktivní látky jsou i přidávány do masa nebo masných výrobků, aby zvýšily jejich chuťovou hodnotu. Jedná se převážně o různé přípravky, které obsahují sodný glutamát (Steinhauser a kol. 1995; Ingr 2004).

Mezi nejvíce významné extraktivní látky patří organické fosfáty, sacharidy a dusíkaté extraktivní látky. Řada extraktivních látek, jako například ATP, ADP, keratinfosfát nebo glykogen, hraje klíčovou roli v procesech po smrti zvířete. Tyto látky podléhají změnám během celého procesu dozrávání masa. Aby byla dosažena plná chuťová hodnota masa, je důležité mu umožnit dostatečně dlouhé zrání. (Steinhauser a kol. 1995; Pipek 1995; Ingr 2004).

Sacharidy Jsou zastoupeny především polysacharidem glykogenem (který je obsažen v myofibrilách a sarkoplazmě.). Ten se nachází jak v myofibrilách, tak v sarkoplazmě, a představuje klíčový zdroj energie pro svalovou aktivitu. Má významný vliv na fyzickou kondici zvířat před porážkou a následně ovlivňuje postmortální změny v masě (Ingr 2004). V masě se též nachází glukóza a její fosfáty jak v metabolických procesech, tak během rozkladu glykogenu po smrti zvířete. Steinhauser a spol. (1995) zmiňují, že glykogen má významný dopad též z hlediska technologie. Množství glykogenu přítomného ve svalu v době porážky ovlivňuje míru okyselení tkáně, což má důležitý vliv na trvanlivost a texturu masa a tím i na celkové ztráty hmotnosti. Maso zvířat s nízkým obsahem glykogenu (vyčerpaní jedinci) má tendenci k menšímu okyselení, což vede k nižší trvanlivosti. Z technologického hlediska je tedy požadováno, aby zvíře mělo při porážce co nejvyšší obsah glykogenu.

Organické fosfáty zahrnují nukleotidy, nukleové kyseliny a jejich rozkladné produkty jako hlavní složky. ATP je hlavním segmentem při přenosu energie a působí aktivně během svalové kontrakce. Během postmortálních změn se ATP postupně transformuje a meziproducty vznikající při rozkladu ATP ovlivňují chuťové vlastnosti masa, přičemž klíčovou roli hrají zejména kyselina kosinová, inosin a ribosa (Pipek 1995; Steinhauser a kol. 2000).

Další z extraktivních látek jsou **dusíkaté extraktivní látky**. Jejich největší zastoupení mají volné aminokyseliny (taurin, glutamin, kyselina glutamová, glycin, lysin, alanin), peptidy jako např. karnosin, anserin, glutathion (jakožto silné redukční činidlo je významný při zabarvování masných výrobků) a balenin. Dále pak kreatin a biogenní aminy (histamin apod.) (Pipek 1995; Ingr 1996; Steinhauser a kol. 2000; Ingr 2004).

Vzhledem k roli kreatinu v buněčné energetice předpokládá Goodband et al. (2006), že může oddálit posmrtnou glykolýzu a související pokles pH. Intracelulární fosfáty, které se na kreatin váží mohou naopak zvýšit kapacitu zadržování vody v mase.

3.3 Vlastnosti masa

Dle Lawrie et al. (2006) rozlišujeme mezi technologickými, nutričními a senzorickými aspekty kvality masa. Nutriční složka je hlavně dána chemickým složením svalové tkáně při porážce, zatímco technologické a senzorické složky jsou výsledkem složitých interakcí mezi chemickým složením a metabolickými vlastnostmi svaloviny v době porážky a biochemickými změnami, které vedou k přeměně na maso. Kadlec a kol. (2002) uvádějí, že technologické a senzorické vlastnosti masa jsou ovlivněny jeho stavbou a chemickým složením. Mezi klíčové vlastnosti patří chuť, křehkost, textura, barva a vaznost.

3.3.1 Nutriční hodnota

Kratochvíl et al. (1985) řadí mezi nutriční hodnoty obsah bílkovin, tuku, vody, minerálií, vitamínů a biogenních prvků, obsah a využitelnost esenciálních aminokyselin a mastných kyselin a také energetickou hodnotu masa. Podle Steinhausera et al. (1995) je nutriční (výživová) hodnota souhrnem obsahu energie, živin a míry jejich využitelnosti lidským organismem. Vychází tedy z chemického složení svaloviny a z využitelnosti jednotlivých složek. Dle Corino et al. (2014) je nutriční kvalita vepřového masa významným faktorem pro zdraví a lze ji zlepšit například přidáním lněných semínek do stravy, jelikož ta pak zvýší obsah n-3 PUFA ve svalech a tukové tkáni.

3.3.2 Senzorické vlastnosti

Spotřebitelé vnímají senzorickou (smyslovou, organoleptickou) kvalitu masa prostřednictvím svých smyslů a považují ji za nejdůležitější kvalitativní charakteristiku (Steinhauser a kol. 2000). Dle Stupky a kol. (2009) se v rámci senzorického hodnocení sleduje především vůně, chuť, šťavnatost a textura masa. Listrat et al. (2016) řadí mezi hodnotící indexy senzorické kvality barvu, křehkost, hodnotu pH, ztrátu odkapáváním, chuť, výsledné mramorování a šťavnatost.

Chuť a vůně masa

Chutnost masa se kvůli hygienickým důvodům hodnotí jedině až po jeho tepelném zpracování, což by mělo být charakteristické a běžné pro daný typ masa a jeho výsekovou část. Hodnotí se jako výrazná, typická, nebo naopak málo výrazná, bez chuti, a může být posuzována i jako atypická, cizí, nepříjemná nebo odporná. Při posuzování chuti masa se zkoumají různé

důležité texturové vlastnosti, jako je křehkost, měkkost, tuhost, tvrdost, jemnost nebo hrubost vláken a šťavnatost (Ingr 1996).

Největší vliv na chuť masa má kyselina inozinová a glykoproteiny. K příjemné chuti přispívá také glutamin. Avšak aroma vepřového masa je silně ovlivněno obsahem tuků (Steinhauser a kol. 2000).

Hansen et al. (2000) uvádí, že v gastrointestinálním traktu vznikají aromaticky aktivní mikrobiální metabolity, které jsou absorbovány a ukládány v mase. Tento jev byl pozorován při podávání fermentovaného tekutého krmiva prasatům, což někdy ovlivňuje chuťové vlastnosti vepřového masa.

Hansen et al. (2002) také prokázali, že senzoricke kvalitu vepřového ovlivňuje několik faktorů krmení, jakožto i přímý přenos aromaticky aktivních látek z krmiv do masa. Příkladem může být usazování složek ze střeva zapáchajících po rybách, které způsobují pachů rybiho masa ve vepřovém mase získaném při krmení prasat rybím olejem (Maw et al. 2001).

Allison (2008) však v rámci studie zaměřené na kvalitu JUT u zvířat podstoupivších imunologickou kastraci prokázal, že tato zvířata měla nižší podíl tuku a vyšší podíl svaloviny ve srovnání se zvířaty, která byla chirurgicky kastrována. Struktura masa u zvířat s imunologickou kastrací se blíže podobala masu nekastrovaných jedinců, avšak míra mramorování masa, což je klíčový faktor pro chuť, byla srovnatelná s masem zvířat chirurgicky kastrovanych. Studie dále ukázala, že prasata očkováná proti kančímu pachu vykazovala lepší konverzi krmiva ve srovnání s chirurgicky kastrovаныmi zvířaty. Tato zvířata také dosahovala vyšších porážkových hmotností a zlepšení růstu.

Steinhauser a kol. (2000) také uvádí, že u mladých prasat samčího pohlaví se často provádí kastrace, aby se eliminoval kančí pach, který výrazně ovlivňuje kvalitu masa. Kromě toho se na vzniku pachu podílejí chemikálie indol a skatol, které vznikají jako vedlejší produkty metabolismu aminokyselin a hromadí se v tukové tkáni. V čisté svalovině je kančí pach obvykle málo zřetelný.

Šťavnatost

Maso obvykle obsahuje přibližně 75 % vody, a proto je tento faktor pečlivě sledován. Šťavnatost masa závisí na jeho schopnosti vázat vodu v buňkách tkáni a udržovat ji během technologického zpracování a přípravy pokrmů (Hovorka a kol. 1987). Westendorf et al. (1998) díky svému projektu zkoušeli podávat prasatům odpad z jídelny jako alternativu ke stravě z kukuřičného nebo sójového šrotu a zjistili, že vepřové maso mělo následně silnější chuť, bylo méně žvýkací a podstatně šťavnatější.

Madeira et al. (2014) zjistili, že je možné zvýšit šťavnatost také přidáním leucinu do stravy prasat v růstové fázi, aniž by byla ovlivněna například tloušťka hřbetního tuku.

Textura masa

Křehkost masa je hodnocena buď senzoricke nebo pomocí objektivních metod, jako jsou různé typy texturometrů a tenderometrů. Často používanou veličinou je síla ve stříhu, která se měří pomocí Warner-Bratzlerova testu (WB test). Tato střížní síla napodobuje chování masa při jeho skousnutí a konzumaci (Ingr 1996; Saláková 2012). Dle Peréze et al. (1998) závisí zejména na rychlosti glykolýzy, poklesu teploty post mortem a výsledné hodnotě pH.

Jemnost (tuhost a křehkost) masa je určována kvantitou pojivové tkáně ve svalové hmotě. Tento obsah se pohybuje mezi 2 až 6 % a je ovlivněn faktory jako je věk, pohlaví, výživa, plemenná příslušnost, úroveň šlechtění a další (Hovorka a kol. 1987).

Dle Gil et al. (2006) je křehkost vepřového masa ovlivněna především posmrtnými změnami strukturální integrity svalových vláken. Pro zlepšení křehkosti je tedy prospěšné ničení a degradace svalových vláken. Podle Bekhit et al. (2014) je několik metod, jak křehkost vepřového masa můžeme zlepšit. Jsou to například tradiční zrání způsobené degradací endogenních enzymů nebo injekcí exogenních proteolytických enzymů.

3.3.3 Technologické vlastnosti

Dle Kratochvíla et al. (1985) patří mezi technologické vlastnosti masa především podíl svalové tkáně, podíl plazmatických bílkovin, vaznost masa, hodnota pH, barva masa, stupeň biochemických změn a stabilita tukového podílu vůči oxidaci. Podle Ingra (1986) jsou v technologii masa klíčové určité vlastnosti, jako je maximální podíl svalové tkáně, co největší podíl všech bílkovin a co největší podíl plazmatických bílkovin (a tedy ideálně nejnižší podíl kolagenních bílkovin), maximální schopnost vázat vodu, jak svou vlastní, tak technologicky přidanou, normální průběh posmrtných změn, typická barva pro konkrétní druh masa a jeho anatomickou část, charakteristická chuť a aroma bez nežádoucích pachů a stabilní obsah tuku v mase, který odolává oxidaci.

Barva masa

Barva masa je klíčovým kritériem jeho kvality. Již při nákupu přitahuje pozornost zákazníka a poskytuje první indikaci o čerstvosti vepřového masa (tmavá/světlá barva). Různé odstíny masa znesnadňují objektivní hodnocení. Hlavní roli v tomto procesu hraje celkový sensorický dojem, který zahrnuje intenzitu, sytost, odstín a další aspekty barev. Podle barvy jsou tradičně v západoevropských zemích a dnes již i u nás masa rozdělena do dvou základních skupin – masa bílá a červená (Šimek a Steinhauser 2001). V důsledku selektivního chovu prasat s cílem dosáhnout co nejvyššího podílu libové svaloviny se barva vepřového masa postupně světlí. To způsobuje zvyšující se podíl bílých svalových vláken. Za jeho charakteristickou červenou barvu jsou odpovědná hemová barviva, konkrétně hemoglobin a myoglobin. Tyto látky jsou bílkovinnými nosiči s připojenou barevnou skupinou, která obsahuje dvojmocné železo v protoporfyrinovém skeletu. Barva masa se může snadno měnit, což může mít pozitivní i negativní dopad. Pozitivní změnou je například vazba kyslíku na dvojmocné železo, a to vytváří sytě červený oxymyoglobin (Kadlec a kol. 2009; Václavková a Lustyková 2012).

Dle Albendea et al. (2023) závidí barva masa nejen na koncentraci myoglobinu, ale také na jeho oxidačním stavu a struktuře masa.

Různé faktory ovlivňující barvu masa, dělíme na vnitřní (druh zvířete, věk, typ svalu, stupeň postmortální glykolýzy, obsah intramuskulárního tuku, množství pigmentů a jejich oxidační stav) a na vnější (strava, způsob chovu, manipulace před porážkou, omračování a vykrvování, chlazení) (Šimek a Steinhauser 2001). Podle Ingra et al. (1996) ovlivňuje barevný projev masa jeho biochemický stav, množství chemických derivátů myoglobinu, hodnota pH masa a složení atmosféry, ve které je maso skladováno.

Guo et al. (2021) svými výsledky potvrdili, že na barvu masa má také významný vliv cholekalciferol, který při 3200IU/kg krmné suplementace kalciferolu významně zlepšil subjektivní hodnocení barvy i mramorování vepřového masa.

Dle Čítka a kol. (2015) kukuřičný suplement v CFM ovlivní světlejší barvu masa, zatímco suplement lněného semene způsobuje jeho tmavší barvu.

Hodnota pH

Hodnota pH masa je fyzikálně-chemickou veličinou, která vyjadřuje koncentraci vodíkových iontů a charakterizuje míru kyselosti či zásaditosti prostředí. Tento parametr poskytuje objektivní měřítko pro hodnocení jakostních odchylek masa (Ingr 1996).

Stanovení pH je významnou metodou pro identifikaci snížené kvality vepřového masa v návaznosti na průběh glykolýzy. U prasat citlivých na stres dochází po porážce k rychlé změně hladiny adenosintrifosfátu (ATP) a glykogenu na inozinmonofosfát, inozin a hypoxantin, případně kyselinu mléčnou. U prasat s PSE masem zůstává kyselina mléčná ve svalových buňkách, což vede k nízké hodnotě pH asi 45 minut po porážce (Stupka a kol. 2009).

Hodnota pH je měřena pomocí vpichového pH-metru v určených oblastech zádového svalu (musculus longissimus thoracis et lumborum), nebo v kýtě (musculus semimembranosus) (Pipek a Jirotková 2001).

Dransfield et al. (1985) zjistili, že konečné pH má větší vliv na kvalitu jídla než zařazení řepky či sóji do stravy prasat. Ngapo & Gariépy (2008) porovnávali studie účinků pH na chuť a pravděpodobně nejpříjemnější chuť minimalizující pachutě a maximalizující chuť vepřového masa poskytuje pH 5,8-6,0.

Vaznost masa

Vaznost masa je klíčovým aspektem pro kvalitu masa. To má vliv na způsob, jakým maso konzument vnímá, a současně ovlivňuje konečnou hmotnost masa (DenmHertog-Meischke et al. 1997). Stupka a kol. (2009) definují vaznost masa z hlediska fyzikálně-chemického jako sílu bílkovin v mase udržet část své vlastní vody a určité množství vody dodané. Z technologického hlediska je vaznost masa jeho schopností udržet vodu, která je přirozeně obsažena v mase, a případně i přidanou vodu za podmínek mechanického působení, jako je třeba tlak nebo teplota.

Dle Ingra (1995) závisí na podílu svaloviny, na kvalitě a podílu plazmatických bílkovin masa, jeho teplotě (čím vyšší teplota, tím horší vaznost) a mnoha dalších faktorech.

Vaznost bývá obvykle vyjadřována jako podíl vody vázané (hydratační a imobilizovaná) ku celkovému podílu vody v mase (Pipek 1997)

Elektrická vodivost

Základní princip metody pro měření elektrické vodivosti spočívá v tom, že během biochemického zrání masa dochází k výrazné glykolýze, což vede k poškození buněčných membrán a snížení jejich izolační schopnosti. Tím se zvyšuje elektrická vodivost střídavého proudu o známé frekvenci v závislosti na odporu prostředí. PSE maso vykazuje nižší elektrický odpor, a tedy vyšší vodivost. Hodnota elektrické vodivosti se zjišťuje konduktometry 50 minut post mortem ve svalu MLLT na úrovni posledního hrudního obratle a ve středu svalu MS (Stupka a kol. 2009).

Intramuskulární tuk

Intramuskulární tuk (IMT) se většinou skládá ze strukturálních lipidů, fosfolipidů a zásobních lipidů (triglyceridů). Ty jsou primárně (přibližně 80 %) uloženy ve svalových adipocytech nacházejících se mezi vlákny a svazky vláken a menší část (5–20 %) je uložena jako lipidové kapičky v myovlákních v cytoplasmě (intracelulární lipidy) (Gustavsson & Modig 1985).

Obsah IMT silně závisí na velikosti a počtu intramuskulárních adipocytů. U prasat byly interindividuální rozdíly v obsahu IMT v daném svalu mezi zvířaty s podobným genetickým pozadím spojeny s variacemi v počtu intramuskulárních adipocytů. Na rozdíl od toho bylo prokázáno, že variace v obsahu IMT v daném svalu mezi zvířaty stejného genetického původu a vystavenými různému příjmu energie z potravy souvisí s variací velikosti adipocytů (Bonnet et al. 2010).

Mramorování je významným ukazatelem obsahu intramuskulárního tuku (IMT), který může pozitivně ovlivnit šťavnatost, křehkost a chuť masa. Obsah intramuskulárního tuku silně koreluje se senzoricou kvalitou vepřového masa.

Výzkum Zhang et al. (2016) prokázal, že pomocí nutriční strategie lze zlepšit IMT a zároveň snížit množství podkožního tuku. Například suplementace konjugované kyseliny linolové (CLA) během fáze výkrmu zvyšuje akumulaci IMT za současného snížení subkutánní depozice u prasat.

Han et al. (2024) mají za to, že IMT je důležitým ekonomickým znakem kvality vepřového masa, který významně ovlivňuje chuť, šťavnatost a křehkost masa.

3.4 Jatečná hodnota prasat

Dle Pulkrábka (2005) určují jatečnou hodnotu především jatečná výtěžnost, poměr masitých, tučných a méněcenných částí (kvantitativní ukazatelé) a také kvalita jednotlivých partií (kvalitativní ukazatelé).

Další významnou charakteristikou je podíl svaloviny v jatečně upraveném těle, který lze určit pomocí dvoubodové metody, aparativní metody nebo systému založeného na plně automatické ultrazvukové klasifikaci, známého jako systém AutoFOM (Stupka et al. 2009)

3.4.1 Faktory ovlivňující jatečnou hodnotu a kvalitu masa

Dle Stupky et al. (2009) můžeme rozdělit faktory, které ovlivňují jatečnou hodnotu a kvalitu masa na vnitřní a vnější. Jako vnitřní se označuje především dědičné založení, vliv věku, hmotnosti a pohlaví. Mezi vnější faktory pak řadí vliv teploty, a to především v průběhu produkčního období a vliv výživy.

Jak uvádí Steinhäuser a kol. (1995), pro chuť a křehkost masa je klíčový intramuskulární tuk, zejména jeho podíl uvnitř buněk, který je rovnoměrně rozložen mezi svalovými vlákny a vytváří takzvané mramorování masa.

Maso s nízkým obsahem intramuskulárního tuku bývá po tepelné úpravě tvrdší, sušší a má méně výraznou chuť. S rostoucím obsahem tuku se zlepšuje chuť a křehkost masa, což jej činí přitažlivějším pro spotřebitele. Optimální hodnotou intramuskulárního tuku v zádovém svalu jsou 2,5 %. Překročení této hodnoty již nemá významný vliv na sensorické vlastnosti masa (Palanská et al. 1993). De Tonnac (2018) uvedl, že konkrétní nutriční a sensorická kvalita lipidů závisí na složení MK.

3.4.1.1 Jakostní odchylky vepřového masa

Během posledních 50 let docházelo k intenzivní selekci plemen s důrazem na vysokou kvalitu masa, rozvoj svalů, snížení ukládání tuků a zlepšení podmínek chovu zvířat. To přispělo k odchylkám v procesu posmrtných změn jako například syndrom stresu prasat (PSS) či PSE, což ovlivňuje jakost masa. Odhaduje se, že horší kvalita masa je způsobena genetikou pouze ze 4 % a zbytek způsobuje před a po porážková úprava (Cassens 2000).

Hlavní rozdíly v posmrtných změnách oproti normálnímu masu se týkají zejména změn hodnoty pH, a to ovlivňuje další vlastnosti masa (Kadlec a kol. 2002).



Obrázek č. 1 – Vady masa PSE a DFD v porovnání s normálním masem

Zdroj: (Obrázek Vady masa PSE a DFD v porovnání s normálním masem. [online]. Dostupné z: <http://www.gallery-picture.com/post-mortempictures.html>

PSE maso (pale – soft – exudative/bledé – měkké – vodnaté)

Odchylka PSE (bledé, měkké a vodnaté maso), je problém, který vyskytuje prakticky pouze u vepřového masa. Hlavním nedostatkem masa s tímto problémem je výrazné snížení jeho vaznosti (Ingr 1996).

Pro skutečný projev této odchylky je rozhodující stav těsně před porážkou a okamžitě po ní. Biologické změny vedou ke zvýšené citlivosti vysoce zmasilých prasat ke stresu, což je hlavní příčinou vzniku PSE masa. Pro PSE maso je charakteristický rychlý průběh glykolýzy. Ve svalovině je vysoká koncentrace Ca^{2+} , která způsobuje zvýšenou aktivitu ATPázy. Díky nadbytku ADP a anorganického fosfátu nastává rychlejší průběh glykogenolýzy. Kombinace

zvýšené teploty a nízkého pH se projeví částečnou denaturací svalových bílkovin a na povrchu PSE masa dochází ke změně barvy na šedozelený odstín (Lawrie 1998; Stupka a kol. 2009).

Denaturovaný protein PSE masa do jisté míry také snižuje technologické vlastnosti, zejména špatné funkční vlastnosti bílkovin, jako jsou emulgační vlastnosti (Li et al. 2023).

Výsledky studie Li et al. (2023) uvádějí, že vyšší oxidace (která bývá obvykle považována za nepříznivou) u PSE masa vede k destrukci molekulárních sil, díky čemuž dochází ke zhoršení konformace proteinů a poruše proteinové struktury. Následkem toho se MK staly přístupnější trávicím enzymům a zlepšila se stravitelnost.

DFD maso (dark – firm – dry/ tmavé – tuhé – suché)

Toto maso má tmavou brvu, tuhou konzistenci, je suché (neuvolňuje šťávu) a často má lepivý povrch. Přesto, že má toto maso dobrou vaznost vody, je jeho údržnost velmi nízká, jelikož rychle podléhá mikrobiálnímu rozkladu. Hodnota pH je u tohoto masa vysoká (6,2 a více) z důvodu, že kyselina mléčná přechází ze svalových buněk do krve bezprostředně před porážkou (Pulkrábek a kol. 2005). Jak uvádí O'Neill et al. (2003) oproti syndromu PSE, kde jsou projevy spojené především s genetickým vybavením jedince, maso DFD je způsobeno špatnými podmínkami před porážkou.

Podle Stupky a kol. (2009) lze tuto vadu na rozdíl od PSE účinně a zároveň levně eliminovat, a to především proto, že vznik této vady je způsoben přílišným fyzickým vyčerpáním zvířete těsně před porážkou načež se sníží hladina glykogenu ve svalech a dochází ke změně pH jak již bylo uvedeno výše.

Dalšími odchylkami jsou:

RSE maso (reddish – soft – exudative/ červené – měkké – vodnaté)

PSS syndrom (prasečí stresový syndrom – spouštěn různými stresovými stavy)

RFN (červené – pevné – neexsudativní)

Hampshire efekt (představuje variantu problému PSE)

3.5 Výživa prasat

Výživa je často považována za důležitý faktor ovlivňující kvalitu vepřového masa. Je však nutné si uvědomit, že hraje relativně malou roli ve srovnání s genetikou a manipulací před a po porážce. Kombinace specifických faktorů však mohou vytvořit situace, kdy dietní živina může zlepšit kvalitu vepřového masa (Goodband et al. 2006).

V chovu prasat v České republice se ročně spotřebuje přibližně 2 miliony tun krmiv, což představuje zhruba desetinu celkové spotřeby krmiv. Jadrná krmiva představují hlavní složku krmiv pro prasata. Tento fakt činí prasata potravním konkurentem člověka. Z jadrných krmiv jsou složkami krmné dávky (KD) především obiloviny a mlýnská krmiva, doplněné o různé bílkovinné složky rostlinného i živočišného původu, minerálně-vitaminové koncentráty a syntetické přípravky. Nicméně prasata mají ve srovnání s jinými hospodářskými zvířaty vysokou schopnost syntetizovat proteiny a tuky a efektivně využívat a transformovat živiny (Stupka a kol. 2009).

Výživa je dominujícím faktorem určujícím růst. Výživou se zajišťuje příjem potřebného množství energie, bílkovin a dalších esenciálních složek potřebných pro záchovu i pro růst. Účinnost produkce se proto zvyšuje krmením koncentrovanějšími krmivy, peletováním,

silážováním, použitím sena, obilí atd. (Pipek 1995). Rychlost růstu svalové tkáně v počátečních hmotnostech vzrůstá, dosahuje roviny a pak rychle klesá. Tempo růstu libového masa je determinováno příjmem krmiva. Zpočátku, se zvyšováním příjmu krmiva, se lineárně zvyšuje růst svaloviny, ať do určitého bodu, kdy je dosaženo roviny. Dále dochází pouze k absolutnímu růstu svaloviny, přičemž její relativní růst klesá a dodaná energie je pak z větší části využita pro deponování tuku. Přírůstek svaloviny vzhledem k příjmu energie prochází v počátečním období akcelerační fází (asi od 15 do 40 kg živé hmotnosti), kdy dochází k nejintenzivnějšímu růstu svalové tkáně při relativně nízkém příjmu krmiva. V tomto období může i malé zvýšení příjmu krmiva znamenat velký nárůst svaloviny, a tím i celkové živé hmotnosti. S dalším růstem se intenzita přerozdělování energie na přírůstek svaloviny snižuje ve prospěch tuku (Fiedler & Smítal 2003).

Při sestavování krmné dávky se musí vycházet z různých požadavků a rozdílného způsobu trávení u jednotlivých zvířat. Zejména je třeba rozlišit, zda jde o přežvýkavce či nepřežvýkavce, tedy polygastrická nebo monogastrická zvířata. V předžaludcích u polygastrů je vytvořena zvláštní mikroflóra a mikrofauna, která umožňuje trávit např. celulózu. Prasata toto nedokáží a je tedy nutné jim bílkoviny dodávat v krmné dávce. Velký podíl tvoří krmné směsi sestavované z jednotlivých složek. Pokud připravujeme směs pro výkrm na maso je vhodnější krmivo, které má vysoký obsah extraktivních látek a obsahuje méně vody. Krmiva s vysokým obsahem tuku zhoršují jakost tukové tkáně i složení tuku (Pipek 1995).

Přijímání krmiva prasaty je ovlivněno mnoha faktory, jako je zpracování krmiv (například kaše, pelety), jejich typ (suché, vlhčené a tekuté), druh krmiva, doba krmení, dostupnost vody a další. Všechny tyto faktory mohou mít vliv na růst prasat (Lawrol et al. 2002).

Cizrna

Jelikož se uvádí, že cizrna je velmi vhodná jako proteinový koncentrát pro prasata (Mustafa et al. 2000), testoval Spais (1997) vliv extruze cizrny a její účinky u rostoucích prasat. Prokázal, že extruze cizrny zlepšila u prasat využití škrobu, tuku a bílkovin obsažených v cizrně.

Cizrna, stejně jako jiné luštěniny, obsahuje různé antinutriční faktory (ANF), jako jsou inhibitory proteázy, amylázy, lektiny, polyfenoly a oligosacharidy, které zhoršují vstřebávání živin z gastrointestinálního traktu a mohou tak mít škodlivé účinky na zdraví a růst zvířat (Salgado et al. 2001). Ve srovnání s jinými luštěninami (jako např. sójové boby) však obsahuje cizrna relativně málo inhibitorů trypsinu a chymotrypsinu (Saini 1989).

Christodoulou et al. (2006) uvádí, že pro výživu prasat je možné použít extrudovanou cizrnu v množství až 300 kg/t jakožto alternativní zdroj bílkovin k sójovému šrotu či moučce, aniž by to mělo nějaký vliv na užitkovost nebo vlastnosti jatečně upraveného těla.

Lněná semena

Corino et al. (2014) považují lněná semínka ve výživě prasat jako dobrý zdroj n-3 PUFA, a to především pro jeho ekonomickou a technickou udržitelnost a obsah ALA (50 % MK).

Podle Cunnane et al. (1990) by mohlo být výhodnější použít celé semeno, a ne pouze olej, jelikož má přírodní antioxidanty, které mohou zpomalit oxidační procesy PUFA. Huang

et al. (2008) přišli s údaji, že obohacení svaloviny lněným semenem může být důležitým faktorem určujícím rozsah zlepšení IMT.

De Tonnac & Mourot (2018) uvádějí, že v případě zahrnutí lněného semínka do výživy prasat, obohatí se tak krev, játra, svalová i tuková tkáň prasat o n-3 PUFA. Ti také zjistili, že pokud budeme kombinovat lněné semínko (75 % celkových lipidů) s mikrořasami (<25 % celkových lipidů), zabráníme negativnímu účinku mikrořas na oxidační citlivost vepřového masa a jeho senzorycké vlastnosti a zvýšíme obsah n-3 PUFA.

Huang et al. (2008) stejně jako Čitek a kol. (2015) uvedli významné rozdíly ve ztrátách odkapem a smykové síle. Doplnění lněným semínkem zvyšuje schopnost zadržovat vodu a zlepšuje křehkost masa. Pokud bychom ho však kombinovali s kukuřicí, dojde k výraznému snížení křehkosti.

Hroznová jádra

Rostlinné extrakty se používají běžně jako doplňkové látky ke zlepšení kvality vepřového masa. Li et al. (2024) zkoumali účinky extraktu z proanthokyanidinu z hroznových jader (GSPE) na kvalitu masa prasat během pozdní fáze výkrmu. Ukázalo se, že přidání GSPE do stravy zlepšilo křehkost a barvu masa v pozdějších fázích výkrmu. Zároveň podporovalo transformaci typu svalové hmoty a zlepšilo celkovou kvalitu masa.

Xu et al. (2022) též podávali různé dávky GSPE prasatům ve výkrmu, která měla počáteční hmotnost cca 68 kg a doba výkrmu byla 49 dní. Přidání GSPE taktéž účinně zlepšilo barvu, schopnost zadržovat vodu, křehkost a nutriční hodnotu vepřového.

Semena perily

Semena perily jsou dostupným zdrojem n-3 PUFA. Obsah esenciální mastné kyseliny ALA v semenech perily je přibližně 52 % až 62 %, což je dosud nejvyšší objevený obsah ALA v oleji ze semen (Ahmed 2018). Podle Xia et al. (2022) přidání semen *Perilla frutescens* do stravy ovlivnilo složení mastných kyselin černých prasat Songliao. Dramaticky zvýšil obsah ALA, DPA, EPA a DHA a snížil obsah SFA.

Ostatní

Cheng et al. (2017) navrhuje, že čerstvý fermentovaný sójový šrot (FSM) má značný potenciál k částečné substituci sójové moučky ve stravě, což by mohlo pomoci snížit negativní dopad živočišné produkce na emise skleníkových plynů a škodlivých látek do životního prostředí, a především pak v prasečí stravě prokázal zlepšení růstového výkonu a snížení koncentrace amoniaku.

Bělková a kol. (2023) se zabývali posouzením využití hmyzu jako udržitelné složky a vysoce kvalitní zdroj krmiva pro hospodářská zvířata. Jelikož je již zakázáno přímé krmení prasat masokostní moučkou, která se nyní jen likviduje, bylo by tedy efektivnější využít tento materiál a přeměnit jej na hmyzí moučku, která je legislativou přijatelná. Dle stávajících výsledků může být hmyz považován za vhodné krmivo pro monogastry i z hlediska jeho bohatosti na minerální prvky jako např. vápník, fosfor, železo a zinek.

Cardwell et al. (2018) testovali jedlé houby, které obsahují mnoho bílkovin, vlákniny, polysacharidů, polyfenolů a dalších živin, a proto mají potenciál být použity jako náhražka tuku. Jedlé houby navíc obsahují bohaté chuťové.

3.6 Živiny krmiva

Hlavní krmiva (obiloviny a sója) a živiny (proteiny, tuky, oleje) používané pro krmení prasat mohou s malými úpravami sloužit jako přímé zdroje v potravě člověka. Význam živin pro prasata je v některých případech jiný než u dalších druhů hospodářských zvířat. Jedná se především o aminokyseliny (dusíkaté látky), energii, vápník, fosfor, železo, vitamíny a další (Pulkrábek a kol. 2005).

3.6.1 Energie

Energie je společně s dusíkatými látkami nejdůležitějším ukazatelem nutriční hodnoty krmiva. Je získávána z organických živin, jako jsou dusíkaté látky, tuk, vláknina a bezdusíkaté látky výtažkové (Stupka a kol. 2009). Potřeba energie v KD prasat, která se vyjadřuje jako metabolizovatelná energie (MEp) bývá kryta zejména sacharidy (které utváří rozhodující část výtažkových bezdusíkatých látek) a lipidy. Převážnou část sacharidů v KD prasat tvoří polysacharidy (škrob). Menší vliv z hlediska dotace energie mají sacharidy strukturální (vláknina) (Steinhauser 2000).

Energie je nejdražší složkou stravy. Použití tuku ve stravě zvyšuje energii ve stravě a má přímý dopad na rychlost růstu, účinnost krmiva a kritéria jatečně upraveného těla (Menegat et al. 2019). Tuk je běžně začleňován do krmiva pro prasata, aby se zvýšila energetická hustota krmiva a snížil obsah obilných zrn ve stravě, zejména kukuřice (Apple 2015).

3.6.2 Dusíkaté látky

Látky dusíkaté (NL) rozdělujeme na bílkoviny a na nebílkovinné dusíkaté látky, což je různorodá organická skupina látek, která zahrnuje bezdusíkaté látky výtažkové (BNLV), tuky a vlákninu. Tyto látky tvoří v krmivech velmi významnou část (70-80 %) organické hmoty. Hlavní funkcí těchto látek je poskytovat energii, ale jsou také zdrojem esenciálních mastných kyselin, nosičem vitaminů a dalších důležitých látek (Stupka a kol. 2009).

Bílkoviny se skládají z proteidů a proteinů a jsou hlavní složkou látek dusíkatých. Obvykle se v nich nachází 20 základních aminokyselin a rostoucí prase vyžaduje v dietě přítomnost deseti (devíti) esenciálních aminokyselin (viz tabulka 1). Jak zjistil Rehfeldt et al. (2012), vede nízká hladina bílkovin ve stravě k nižšímu podílu libového masa, a tudíž k vyššímu obsahu tuku prasat.

Dle Wooda et al. (2004) ovlivňuje koncentrace bílkovin ve stravě senzorickou kvalitu masa a při dietách s nízkým obsahem bílkovin bylo maso jemnější a šťavnatější, ale mělo méně ceněnou chuť. Optimální vyváženost aminokyselin ve složení krmiva zřídka odpovídá potřebám všech tkání v těle zvířete. Nedostatek některé z těchto AK může vést k poklesu užitkovosti prasat. Přebytek některých aminokyselin může být pro prasata přímo toxický nebo nepříznivě ovlivňovat jejich zdravotní stav. (Pulkrábek a kol. 2005).

Rutkowski et al. (2014) zkoumali alternativní zdroje bílkovin za sójový šrot. Těmi mohou být například semena luštěnin jako hrách, lupina, bob či extrahovaná řepka. To potvrdili také Zralý a kol. (2006). Ti aplikovali 10% přídatek lupiny do stravy prasat a získali sice nižší celkový obsah bílkovin, ale prokázali příznivý vliv tohoto přídatku na křehkost a chuť masa.

Aminokyselina (AK)	Ideální protein % AK ve vztahu k lyzinu
Lyzin	100
Treonin	65-72
Methionin + cystin	55-58
Tryptofan	18-20
Arginin	42
Izoleucin	50
Leucin	100
Histidin	33
Fenylalanin + tyrosin	100
Valin	70

Tabulka č. 1 – Složení ideálního proteinu pro prasata (Pulkrábek a kol. 2005)

Aminokyseliny

AK jsou deriváty organických kyselin, které představují nejjednodušší stavební jednotky bílkovin a peptidů. Zvíře je může získat z krmiva, hydrolyzou bílkovin krmiva, rozpadem tkáňových bílkovin nebo může být jako zdroj mikrobiální protein (Stupka a kol. 2009).

Yin et al. (2017) zdůrazňují, že velmi vhodnou složkou ve stravě je krmný hmyz. V mnoha experimentech zjistili, že v získaném jídle dosáhli obsahu lysinu 3,3 % a threoninu 2,6 %. Krmný hmyz obsahuje 10-70 % AK a 10-30 % esenciálních aminokyselin. Tyto poměry AK se tak ukázaly jako vhodné, přičemž se přiblížily či dokonce překročily poměr požadovaný WHO/FAO. Na rozdíl od sójové moučky mají hmyzí proteiny obvykle menší množství argininu a cysteinu (s výjimkou larev moučných červů) a vyšší obsah methioninu a tyrosinu.

Mnoho typů aminokyselin hraje důležitou roli v chuti vepřového masa. Z toho důvodu může přidání AK do krmiva prasat zlepšit chuť vepřového masa (Ma et al. 2020).

Tryptofan je nezbytný pro syntézu bílkovin. Několik studií ukázalo, že tryptofan zlepšuje kvalitu vepřového masa tím, že zmírňuje stres u prasat. Stres před porážkou může poškodit kvalitu vepřového masa a má za následek PSE maso (Schutte et al. 1995).

Další esenciální aminokyselinou ve svalu je threonin. Využívá se pro syntézu svalových bílkovin. Jak uvedl Feng (1998) suplementace threoninu v krmivu významně zvýšila růst, denní přírůstek, míru konverze krmiva a procento libového masa u rostoucích prasat a prasat ve výkrmu.

Tan et al. (2009) testovali suplementaci argininu ve stravě a zjistili, že suplementace 1 % argininu zvýšila přírůstek tělesné hmotnosti o 6,5 % a obsah kosterního svalstva o 5,5 % při současném snížení obsahu tuku v jatečně upraveném těle o 11 %. Zároveň se zvýšil obsah IMT v LD svalu a v m. biceps femoris. Wu a kol. (2012) popsali, že procento libového masa prasat Huanjiang Xiang suplementovaného 1 % argininu se zvýšilo o 15,0 %.

Další AK je leucin. Je to esenciální AK s rozvětveným řetězcem, která musí být dodávána stravou. Leucin reguluje intracelulární signální dráhy svalových buněk, čímž zvyšuje syntézu proteinů v kosterním svalstvu savců (Kim Ball et al. 2002)

Tuky

Tuky a oleje se používají po desetiletí ke zvýšení kalorické hustoty vepřové stravy, avšak účinky tuků v potravě na obsah IMT jsou rozporuplná (Apple 2015). Miller et al. (1990) prokázali, že krmení řepkovým či slunečnicovým olejem snižuje skóre mramorování u svalu *longissimus*.

Tuky se syntetizují v živočišném těle z převážné většiny ze sacharidů. Zásobní tuky mají význam také v metabolismu vody. Při zařazování tuku do KD je nutné, abychom nepřekročili jejich optimální dávku, která je u monogastrických zvířat až 7 %. V běžných zrninách a olejninách krmiv bývá od 1-45 % tuku. Významné rozdíly v jejich zastoupení jsou i v těle zvířat, kdy největší obsah lipidů mají sádlo, lůj a další živočišné tuky.

Změnou zdroje tuku v potravě, kterou prase přijímá, lze snadno upravit obsah nenasyčených mastných kyselin v zásobnicích tuku. Zároveň zdroj tuku v krmivu může ovlivnit stravovací kvalitu vepřového masa, především pokud jde o vůni a chuť. Dříve se v tomto ohledu vyskytovaly velké problémy v případě přidávání rybích olejů či rybí moučky s relativně vysokým podílem oleje a s tím souvisejícím vznikem rybích skvrn v mase. Jelikož rybí oleje mají vysoký podíl polynenasycených MK, které jsou náchylné k oxidativnímu žluknutí a vzniká tak nežádoucí příchut' či zápach (Irie & Sakimoto 1992; Ellis et al. 2019).

Tuk ve stravě je tráven pankreatickými enzymy v lumenu střeva za vzniku MK. Následně enterocyty epitelu tenkého střeva vychytávají MK, což je řízeno koncentračním gradientem nebo usnadněno jinými proteiny (Samovski et al. 2023).

Vláknina

Dietní vláknina (DF) je obvykle definována jako souhrn všech rostlinných polysacharidů a ligninu, které odolávají trávicím sekrecím a jsou potenciálně dostupné pro bakteriální fermentaci ve střevě monogastrů (Trowell 1976; Bindelle et al. 2008). Tato kategorie zahrnuje široké spektrum sacharidů známých jako neškrobové polysacharidy (NSP), mezi něž patří pektiny, celulóza, hemicelulózy, β -glukany a fruktany. Do této skupiny jsou také zahrnuty oligosacharidy a rezistentní škroby (Bindelle 2008). Schopnost zdroje DF zadržovat vodu vede k pomalejšímu vyprazdňování žaludku.

Navzdory negativnímu dopadu vlákniny na užítkovost kvůli nižší stravitelnosti bílkovin a energetickou stravitelnost, je důležitá ve výživě prasat kvůli mnoha jejím funkcím (Bindelle et al. 2008). Pro stravu prasat je obsah vlákniny v KD velmi důležitý. Vláknina má příznivý vliv na produkci trávicích šťáv a funkci trávicího traktu. Nicméně je třeba omezit množství vlákniny v KD, protože má tendenci snižovat stravitelnost všech živin. Tento negativní efekt lze (u organické hmoty) vyjádřit jako snížení koeficientu stravitelnosti o 1,5 % absolutně s každým zvýšením obsahu vlákniny o 1 % v krmné dávce (Zeman a Šimeček 1987).

Lepší trávení, sytost a průchod vlákniny ovlivňují mnohé její fyzikální vlastnosti, jako schopnost zadržovat vodu, viskozita a rozpustnost (Bindelle et al. 2008).

3.6.3 Minerální látky

Dle Zemana (1999) chybí v KD prasat v českých podmínkách nejčastěji vápník a fosfor. U selat je pak velmi důležité železo.

Makroelementy

Mezi makroelementy patří skupina látek anorganických, které si zvíře neumí samo syntetizovat. Celkově jich je 15, pro prase jsou však nezbytné fosfor, sodík, draslík, vápník, chlor, hořčík a síra.

Fosfor

Až 80 % fosforu (P) v krmivech (obilovinách, semenech) je pevně vázáno ve fytátech, ale prasata neprodukují dostatek enzymu fytázy, který by odbourával fytát, který zapouzdřuje fosfor, bílkoviny a AA v krmivech. Stravitelnost a účinnost využití P a částečně i dalších živin lze zlepšit přidáním exogenní fytázy (Joundreville & Dourmad 2005).

Hořčík

Odhaduje se, že hořčík v běžných složkách krmiva je u prasete stravitelný zhruba z 20 až 30 %. Dietní suplementace Mg zlepšuje kvalitu vepřového masa, a to konkrétně barvu a ztrátu tekutin. Mezi symptomy nedostatku patří nadměrná citlivost, svalové křeče, neochota stát, porucha rovnováhy, tetanie a v extrémních případech i úmrtí (Heugten 2009).

Apple et al. (2000) prokázali, že doplňkový hořčík snižuje hladiny katecholaminů a kortizolu v plazmě a snižuje aktivitu kosterního svalstva. Z toho důvodu by mělo doplňování hořčíku do stravy snížit glykolytický potenciál prasat, a to by mělo vést k vysokému konečnému pH a zlepšení barvy i schopnosti zadržovat vodu.

Heugten (2009) studovali interakci mezi obsahem hořčíku a manganu v krmivu a vliv tohoto vztahu na zdraví prasat a zjistili, že prasata krmená vysokými, ale ne toxickými koncentracemi manganu ve spojení s nízkým obsahem hořčíku docházelo k velkému počtu náhlých úmrtí, což naznačuje, že vysoký obsah Mn v KD může zhoršit nedostatek hořčíku v srdeční svalovině.

Mikroelementy

Představují pouze 0,04 % celkového obsahu minerálních látek v těle.

Železo

Železo, jakožto přechodný kov má oxidační vlastnosti (stejně tak měď). Vzhledem k tomu může být vysoká suplementace těchto prvků ve stravě považována za nebezpečnou pro náchylnost tuku u vepřového masa (Bosi 1999). Sadoris et al. (2003) prokázali, že pokud přidáme do krmiva Fe ze síranu Fe i z chelátového Fe dohromady, můžeme snížit ztráty odkapem o 10 až 15 %.

Mangan

Mangan je dvojmocný kationt přechodných kovů a je nezbytný pro aktivaci superoxidodismutázy. Ta se podílí na rozkladu volných superoxidových radikálů, Důkazem toho byly snížené hodnoty TBARS čerstvých LM kotlet. Další výhody suplementace krmiv pro prasata manganem jsou zvýšené pH LM a vizuální barevné skóre (Apple et al. 2005).

Zinek

Zinek je základní esenciální živinou, která se nachází v až třech stovkách enzymů, má antioxidační a katalytické účinky a působí jako stimulátor růstu. V průběhu dvacátého století začal být ve světě chovu prasat široce využíván ve formě oxidu, zejména k řešení průjmů u podstavových selat. Tento přístup byl výhodný z několika důvodů. Za prvé, byla zde cenová dostupnost. Důležitější však bylo, že oxid zinku není rozpustný v žaludku a jeho antibakteriální účinky se postupně uvolňují ve střevě, kde jsou ostatně nejpotřebnější.

V roce 2017 však Evropská komise vyhlásila plošný zákaz použití oxidu zinečnatého v krmných směsích pro selata, který postihne chovatele prasat po celé Evropě po uplynutí pětiletého přechodného období. Vepřové maso je přitom druhým největším donátorem zinku v potravě (Kameník a kol. 2014). Avšak některé výzkumy naznačují, že živé kvasinky *Sacharomyces cerevisiae* mohou chránit selata před infekcemi způsobenými bakterií ETEC. Současně se ukazuje, že vysoce kvalitní frakce kvasinek podporují účinek probiotik z kvasinek, ke snížení patogenního tlaku. Společný účinek těchto frakcí a kvasinek by tak mohl být alternativou k nahrazení vysokých hladin ZnO a medikace v KD pro selata za současného dosažení srovnatelné užitkovosti (konverze krmiva, přírůstek) (Pavelková 2021).

Měď

Měď ze síranu měďnatého zlepšuje růstové výkonnosti (Madie et al. 2022). Dle Bosiho (1999) se předpokládá její pozitivní účinek na kvalitu JUT prasat především pro její vliv na lipidovou frakci. Při zvýšených dávkách docházelo k negativnímu vlivu na konzistenci vepřového sádla v důsledku větší nenasycenosti tukem. V současné době však EU omezuje obsah mědi ve výkrmu pro prasata na 35-100 mg/kg v zájmu ochrany životního prostředí.

Castell et al. (1975) pozorovali, že při změně pouze jednoho minerálu (měřeného jako síran měďnatý), nepozorovali žádné účinky na chuť nebo šťavnatost při suplementaci do 0,08 % stravy, pouze tuk, který byl více nenasycený se zvýšeným obsahem mědi, měl zelený nádech.

Selen

Selen, je součástí enzymu glutathionperoxidázy. Tento enzym může odstraňovat peroxidy z buněčných membrán, a proto má sdílenou roli s vitamínem E při snižování oxidace buněčné membrány (Ellis & McKeith 2006). V Evropě je pro všechny druhy zvířat povolený jeho obsah v KD nejvýše 0,5 mg/kg (Gralak a kol. 2021).

U rostlin se selen nachází ve všech částech rostlinného organismu v podobě AMK obsahujících selen a částečně v podobě selenitových iontů. Nejlepší způsob, jak dodávat selen, je použití netoxické formy vázané jako selenomethionin, například pomocí sloučeniny selenkvasinky nebo doplněním krmiva seleničitanem sodným (Mahan et al. 1999). Selen se vyskytuje ve všech buňkách a tělních tkáních. Jeho obsah se v organismu mění dle množství prvku v KD. V organismu u prasat je ho 50-52 % ve svalovině, 14-15 % se nachází v kůži, srsti a špárcích, 10 % se potom nachází v kostech (Zeman 1999).

Dle experimentu Okrouhlé a kol. (2011) zvyšuje přídavek selenu do krmiva obsah dusíkatých látek v MLLT a neprůkazně též snížil hodnotu poměru PUFA n-6 ku n-3.

Při nedostatku selenu v krmivu vzniká svalová dystrofie selat, pokud by to však přetrvávalo déle, dochází až ke ztrátě srsti či se odrolují špárky (Zeman 1999).

Chrom

Chrom ovlivňuje několik enzymů a hormony, které regulují energetický metabolismus, nahromadění bílkovin a ukládání tuku. Ve svalových buňkách Cr zvyšuje vychytávání glukózy

a AA a zlepšuje energetický metabolismus, což zvyšuje nárůst svalové hmoty a snižuje ukládání tuku (Valente Júnior et al. 2021).

Cheláty

Cheláty (proteináty a laktáty) představují minerální sloučeniny, které se vyznačují vysokou využitelností, což znamená minimální vylučování nevyužitelné části do vnějšího prostředí. Tyto sloučeniny mají také vysokou biovyužitelnost. Většinou se jedná o dipeptidy, které při spojení s kovovými ionty mění svou elektronovou konfiguraci, což napomáhá hydrolýze a uvolňování těchto iontů v organismu. Mezi nejvhodnější minerální látky pro výrobu chelátů patří dvojmocné železo, mangan, měď, zinek a kobalt (Pulkrábek a kol. 2005).

Jak vysvětluje Horký a Zeman (2013) jsou to organicky vázané mikroprvky, které se poslední dobou využívají čím dál častěji právě z důvodu, že mnoho minerálních látek je poměrně špatně využitelných v anorganické formě. Naopak zdroje organické je zvíře schopné využívat efektivněji a díky tomu dochází k lepšímu zásobení tkání minerálními látkami už při nižších dávkách těchto sloučenin. Zároveň je to i menší zátěž pro životní prostředí.

3.6.4 Vitaminy

Jako vitamíny obecně řadíme látky, které podobně jako enzymy či hormony působí v organismu ve funkci biokatalyzátorů, tedy urychlují a zároveň usměrňují metabolické procesy a pro organismus mají velmi zásadní význam. V zemědělské praxi je to význam účinku na výsledky růstu a reprodukce prasat (Zeman 1999).

V současné době se zajišťuje potřeba vitamínů výhradně pomocí přídatku premixů do krmných dávek, přestože některé vitamíny jsou syntetizovány střevní mikroflórou v organismu. Tyto vitamíny se podílejí na různých metabolických procesech a ovlivňují užitečnost, růst, odolnost organismu a reprodukci prasat (Pulkrábek 2005).

Změny v genofondu zahrnují také změny v požadavcích na realizační faktory, včetně požadavků na živiny. Při praktickém doplňování vitamínů do krmných směsí musíme brát v úvahu tyto změny a zvážit také další faktory, jako je stabilita při granulaci a skladování krmiv, stresové vlivy v podmínkách velkochovů a další (Zeman a kol. 2006).

Vitaminy rozpustné v tucích

Lipofilní vitamíny potřebují v gastrointestinálním traktu pro své vstřebávání neporušenou resorpci tuků a běžně v organismu vytvářejí zásoby. V případě dlouhodobého nadměrného podávání bývají toxičtější (Zeman a kol. 2006)

Vitamin A

Vitamin A (retinol) vzniká u vyšších organismů enzymově z β -karotenu, a to oxidačním štěpením (Stupka a kol. 2009). Je nejdůležitějším vitamínem pro růst a reprodukci a v těle se ukládá do rezervy. Jeho nedostatek se v KD vyskytuje jen zřídka např. při zkrmování velkého množství vlastních obilných šrotů, zaplísňených krmiv nebo vody s vysokým obsahem dusičnanů, které mají negativní vliv na jeho ukládání. Tento nedostatek se následně projevuje především u rostoucích prasat na zhoršeném růstu, zvýšenou spotřebou krmiva na jednotku produkce (Zeman 1999) nebo šeroslepostí (Stupka a kol. 2009).

Derivát vitamínu A, kyselina retinová, se podílí na regulaci diferenciaci a proliferaci tukových buněk a její nedostatek může přímo zvyšovat obsah IMT (Dikeman 2007).

D' Souza et al. (2003) také prokázali, že krmení dietou s omezeným příjmem vitamínu A během fáze růstu a výkrmu u prasat zvýšilo obsah IMF téměř o 54 %, zatímco Olivares et al. (2009) poznamenali, že krmná strava doplněná o 100 000 IU vitamínu A ve skutečnosti zvýšila IMT u prasat s genetickým sklonem k IMT, ale ne u vysoce štíhlých genotypů.

Apple (2015) tedy došel k závěru, že jak nedostatek, tak i supranutriční začlenění vitamínu A do stravy může zvýšit množství intramuskulárního tuku/mramorování vepřového masa, nicméně je třeba stále testovat jeho úroveň začlenění do stravy, délku krmení i interaktivní účinky s jinými krmivými a doplňkovými látkami.

Vitamin D

Vitamin D (kalciferol) patří mezi steroidní látky, podporuje resorpci vápenitých iontů a ovlivňuje tak metabolismus kostí (Stupka a kol. 2009). Je potřebný především pro hospodaření s vápníkem a fosforem. Vytváří ho fotochemická reakce molekul provitamínu vystavených UV paprskům slunečního světla. V rostlinách vzniká D₂ (ergokalciferol) z ergosterolu a vitamin D₃ (cholecalciferol) se naopak tvoří během fotochemické reakce v kůži zvířat ze 7 - dehydrocholesterolu. Vitamin D₃, který se též vyrábí průmyslově lze využít jako krmné aditivum u prasat a dalších hospodářských zvířat (Zelenka 2023).

Suplementace vitaminem D může kromě zlepšení zdravotního stavu u hospodářských zvířat ovlivnit také kvalitu masa (Wierzbicka et al. 2023). Rey et al. (2020) zjistili, že pokud použijí krátkodobou suplementaci vitaminem D₃ ve vodě při výživě finišerů,lepší se kvalita vepřového masa jako například citlivost svalů a snížení ztrát odkapáváním.

Conway et al. (2022) zjistili, že po použití ergokalciferolu (D₂) ve výživě prasat, dochází ke zvýšení antioxidační aktivity a zlepšení celkové barevné stálosti čerstvého masa. Dále také testovali houbový prášek obohacený vitaminem D₂ jako přirozenou krmnou přísadu, která by mohla nahradit syntetické antioxidanty. Především proto, že houby obsahují vysoké množství ergosterolu, který nabízí potenciál k tvorbě vitamínu D₂ při vystavení UV záření B (Kalaras et al. 2012). Ukázalo se, že vepřové maso suplementované houbovým práškem obohaceným o vitamin D₂ po dobu kratší 26 dnů vykazovalo nejvyšší antioxidační aktivitu, zlepšilo celkovou barevnou stálost a zároveň byla zlepšena účinnost krmiva (Conway et al. 2022).

Wierzbicka et al. (2023) zjistili, že použití vitamínu D ve formě kalcidiolu ve stravě prasat je prospěšnější než použití cholecalciferolu. Každopádně na základě jejich dat z Warner-Bratzlerova testu se zdá, že jak použití zvýšené dávky cholecalciferolu, tak i formy kalcidiolu při krmení prasat může být prospěšné pro spotřebitele.

Vitamin E

Obecný termín vitamínu E se vztahuje na čtyři tokoferoly a čtyři tokotrienoly, přičemž biologicky nejaktivnější je α -tokoferol (Bosi 1999). Vitamin E (nebo α -tokoferol) je hlavní antioxidant rozpustný v tucích. Působí posmrtně tak, že oddaluje oxidační znehodnocení masa, které se projevuje jako vznik žluklých pachů a chutí v důsledku degradace PUFA v tkáni (Wood & Enser 1997).

Dle Appla (2015) kromě zpomalení oxidace lipidů (což je významné zejména při skladování v chladničce) také chrání buněčné membrány. Proto není překvapením, že přidání

vyšších dávek vitamínu E do krmného režimu prasat ve výkrmu může být účinnou nutriční úpravou pro zvýšení kvality vepřového masa.

Pettigrew and Esnaola (2001) předpokládají, že vitamín E zvyšuje kvalitu vepřového dvěma mechanismy, a to jednak, že antioxidanty jako vitamín E inhibují přeměnu oxymyoglobinu, který má červenou barvu, na metmyoglobin (hnědý). To by zapříčinilo, že přijatelná barva masa by byla zachována po delší dobu skladování. Druhou hypotézou je, že antioxidanty jako vitamín E pomáhají udržovat stabilitu buněčné membrány, a to snižuje ztráty odkapem a oxidační žluknutí.

Asghar et al. (1991) zdůrazňuje, že tyto příznivé účinky na kvalitu vepřového masa se projeví teprve až budou tkáň vitamínem E plně nasycené.

Některé výzkumy, které zkoumaly hladiny vitamínu E ve svalech, též potvrdily, že vyšší dávky tohoto vitamínu zvyšují jeho koncentraci a významně snižují oxidaci lipidů. Nicméně, vliv krmení vitamínem E na barvu a schopnost zadržování vody vepřového masa se ukázal být více proměnlivý (Ellis & McKeith 2006).

Vitamin K

Vitamin K je chemicky derivát naftochinonu. Pokles jeho hladiny v těle má za následek zpomalení srážlivosti krve a náchylnost k vnitřnímu krvácení, především v trávicím traktu. Tento nedostatek způsobuje zpomalení tvorby protrombinu, což je klíčový protein nezbytný pro srážení krve (Stupka a kol. 2009).

Vitaminy rozpustné ve vodě

Hydrofilní vitamíny (skupina B komplexu, C, U, L-carnitin) nejsou tolik náročné na resorpci v gastrointestinálním aparátu a obvykle se v organismu neukládají, ale jsou vylučovány močí (Zeman a kol. 2006).

Vitamin B₃ (niacin) – je potřebný k přenosu vodíkových iontů a tím i pro metabolismus glycidů, tuků i bílkovin. U zvířat, která se krmí kukuřicí s nízkým obsahem tryptofanu může být v nedostatku. Při jeho nedostatku se pak dostavují nervové poruchy, poruchy trávicího traktu a kůže. Piva (1995) studoval vliv niacinu u prasat o hmotnosti 160 kg po dobu sedmi dnů před porážkou, a to v dávce 75 mg/kg. Výsledkem byly vyšší hodnoty odrazivosti semi membranozní svaloviny. To by naznačovalo větší denaturaci myoglobinu a následně červenou barvu a významné zlepšení masa.

Vitamin B₅ (kyselina pantotenová) – Zvířatům se většinou přidává pantotenát vápenatý, který je snadno rozpustný ve vodě. Jeho nedostatek je charakterizován změnou barvy srsti, záněty kůže a zpomalením až zastavením růstu. Suplementace kys. Pantotenovou má vliv také zvětšení tloušťky hřbetního tuku společně s vitamínem B₂ a B₆ (Böhmer & Roth-Maier 2006)

Vitamin B₆ (pyridoxin) - Nedostatek se však projevuje ve formě degenerativních změn centrální nervové soustavy, kožních onemocnění a ve změně složení krve (Zeman 1999).

Vitamin B₁₂ (kobalamin) – Vepřové maso je bohaté na vitamín B₁₂. Ten je důležitým enzymem pro metabolismus aminokyselin v lidském těle (Pereira & Vicente 2013). Zhruba 50 % z celkové potřeby se syntetizuje v tlustém střevě mikroflórou. Jelikož není obsažen v žádné rostlinné stravě, musí být doplňován do KD prasat. Z přirozených krmiv jsou ideálním zdrojem např. čerstvé kvasnice (droždí, pivovarské kvasnice atd.) (Zeman 1999; Zeman a kol. 2006; Stupka a kol. 2009). Dle Rao et al. (2023) jsou kvasnice, a především kvasinky v nich obsažené

(nejčastěji kmen *Saccharomyces cerevisiae*) skvělým krmným doplňkem s relativně velkým rozsahem zlepšení růstové výkonnosti prasat.

Biotin – Je to kondenzát močoviny a tiofenu. Jeho nedostatek může vyvolat změny na kůži a nervové poruchy a projevuje se nejčastěji u prasnic. Využitelnost v KD je snižována plesnivěním krmiva (Zeman 1999). Na základě experimentu Böhmer & Roth-Maier (2006) zjistili, že při vysoké úrovni suplementace biotinu vykazovala prasata nevýznamný pokles aktivity AST, což může naznačovat nižší úroveň stresu prasat.

Kyselina L-askorbová – Vitamín C má antioxidační účinky a většina hospodářských zvířat, stejně tak prasata, syntetizují adekvátní množství tohoto vitamínu z D-glukozy v játrech (Apple 2015). Peeters et al. (2006) však uvádějí, že i přesto při podání kyseliny askorbové do čtyř hodin po porážce způsobilo, že maso bylo tmavší a červenější.

Vitamín C může být metabolizován na kyselinu šťavelovou. U té bylo prokázáno, že inhibuje glykolýzu a následně zlepšuje kvalitu vepřového masa (Kremer et al. 1998). Pokud podávali vitamín C krátkodobě, zlepšilo se barevné skóre i snížily se ztráty odkapem.

Ohene-Adjei et al. (2001) kteří přidávali vitamín C do stravy po dobu 5 dnů před porážkou prokázali, že došlo ke zvýšené oxidaci lipidů.

Je dobře známo, že kyselina askorbová může snížit stres zvířat. Mourot et al. (1992) pozorovali snížení hladiny hematického kortizolu u zkřížených prasat Large White a Pietran při vysokých dávkách vitamínu C v potravě.

3.6.5 Voda

Voda často bývá označována za "opomíjenou živinu", neboť její význam byl mezi odborníky dlouhou dobu přehlížen zatlačován do pozadí ostatními živinami.

Cílem je stanovit pro jednotlivé kategorie prasat vhodnou spotřebu vody tak, aby byla dosažena maximální požadovaná užitkovost. Chovatel může do značné míry ovlivňovat příjem vody a zvyšovat jej pomocí určitých krmných intervencí jako třeba přidání soli, čímž se zvýší potřeba vody prasat, a to částečně pozitivně přispívá k lepší užitkovosti (vyšší přírůstek) (Zeman 1999).

Dle Šimečka (1993) lze orientačně odhadnout příjem krmiva a vody na krmný den dle vzorce:

$$\text{Příjem H}_2\text{O} = (242,8/H) + 78,7$$

Kde Příjem H₂O = příjem vody v g/kg živé hmotnosti za den

H = živá hmotnost v kg.

3.6.6 Aditiva

Aditiva jsou látky doplňující zvířatům potřebné živiny, příznivě ovlivňují kvalitu vyráběných krmných směsí. Kromě atraktivnější barvy, vůně či chuti existuje několik různých aditiv, které lze použít ve stravě také pro zlepšení přírůstku. Existuje několik různých kategorií aditiv, které lze použít ve stravě, včetně antibiotik podporujících růst, exogenních enzymů, minerálů, fyto-genů, probiotik a dalších. Při výběru krmných doplňků je třeba brát v úvahu i probíhající roční období a například v létě se zaměřit spíše na ta zlepšující růst než zlepšující účinnost krmiva (Rao et al. 2023; Wensley et al. 2023). Rao et al. (2023) se zabýval především účinky acidifikátorů, éterických olejů, DFM, kvasinek, mědi a zinku.

Okyselovadla se používají ve stravě zvířat pro jejich příznivé účinky na antimikrobiální aktivitu a koeficienty stravitelnosti živin. Nejpoužívanějšími acidifikátory jsou organické kyseliny ve formě mastných kyselin s krátkým řetězcem (kyselina fumarová, citrónová, jablečná, mravenčí, mléčná, octová, máselná a propionová), mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem (kyselina sorbová, kaprinová a kaprylová), a kyselina benzoová. Okyselující látky snižují pH trávicího traktu, což poskytuje kyselé prostředí ($\text{pH} < 4,5$), které inhibuje růst bakterií citlivých na kyseliny (Nguyen et al. 2020).

4 Ekonomické dopady

Náklady na krmení prasete tvoří dle Agostiniho (2013) 65-75 % celkových nákladů na prase. Avšak s aktuálními výkupními cenami by se tento podíl musel pohybovat kolem 35 %, aby chov prasat byl ziskový. Při vytváření zisku u artiklů vepřového masa Šimek (2008) klade důraz na optimální výživu všech kategorií prasat.

V celkové ceně za krmení je třeba zahrnout náklady na jednotlivé složky, zpracování a transport. U směsí, které se kupují není třeba brát v úvahu náklady na zpracování, neboť jsou již zahrnuty v prodejní ceně. Zároveň je ale nutné počítat s jistými ztrátami, a to ať už při manipulaci, skladování nebo při samotném krmení (Chae B. J. 2000). Podle Štolcové a Štolce (2009) jsou celkové náklady na krmení a výživu jatečných prasat primárně ovlivněny kvalitou krmných směsí, efektivitou zajištění surovin pro výrobu krmiv (ideálně vlastních), náklady na zpracování krmiv, zdravotním stavem a celkovým pohodlím prasat.

Krmné směsi se obvykle skládají z kombinace plodin vlastních a zakoupených minerálních přísad, případně léčivých příměsí (tzv. medikované směsi). Cena za suroviny vlastní se určuje buď výrobní, tržní nebo prodejní cenou a stanovuje si i podnik sám. Výrobní cena zahrnuje pouze náklady na pěstované plodiny, zatímco běžná nebo průměrná prodejní cena zahrnuje i zisk, který by firma mohla získat, kdyby své produkty prodala místo toho, aby je použila na krmivo (Chae B. J. 2000).

Mladí kanečci rychleji rostou a jejich maso vykazuje nap. méně tuku než u kastrovaných vepříků. Otázkou takového chovu je ale ekonomické hledisko. Zda bude výhodné porážet zvířata v nižším věku, jak se budou chovat konzumenti ke kančímu masu a výrobkům z něj. Ekonomiku výkrmu dle FIEDLER, SMITAL (2003) vyjadřují ukazatele výkrmnosti, kteří spolu velice úzce souvisejí a v souhrnu vyjadřují spotřebu krmiva na 1 kg přírůstku živé hmotnosti, kterou vyjadřuje efektivnost využití spotřebovaných krmiv. Platí, že 60-70 % nákladů na produkci 1 kg vepřového masa jsou náklady na krmiva.

Chovy prasat se potýkají s ekonomickými a ekologickými výzvami. Výkrmová jednotka je odpovědná za většinu nákladů na krmení a vylučování živin v chovu prasat (Garcia-Launay, 2016).

Dle Menegata et al. (2019) tvoří náklady na krmivo až 75 % nákladů na produkci prasat a stanovení ekonomické hodnoty výživového programu je pro každý výrobní systém jiný proces.

Sušená zrna s rozpustností (DDGS) jsou ekonomickou a široce dostupnou krmnou složkou pro použití ve výživě prasat. Ekonomická hodnota DDGS závisí na ceně kukuřičného a sójového šrotu, protože DDGS nahrazuje obě složky ve stravě. Míra zařazení DDGS do

výkrmu má však vliv na růstovou výkonnost, výnos jatečně upraveného těla a pevnost vepřového tuku, což ovlivňuje ekonomickou návratnost výživového programu.

4.1 Potenciální metody pro stanovení ekonomiky výživového programu

4.1.1 Náklady na krmivo

Náklady na krmivo se zaměřují na náklady na dietu pro porovnání mezi jedním a druhým výživovým programem. Tato metoda je nejjednodušší a nejvhodnější v situacích, kdy nedochází k očekávaným změnám užitkovosti prasat v souvislosti s výživovým programem. Avšak vzhledem k tomu, že změny v složení krmiv nebo nutričních hladinách často ovlivňují užitkovost prasat, měla by tato metoda být používána jen zřídka jako hlavní kritérium pro hodnocení ekonomické konkurenceschopnosti krmného programu (Menegat et al. 2019).

4.1.2 Náklady na krmivo na jednotku zisku

Náklady na krmivo za každý kilogram přírůstku se stanoví jako součin účinnosti krmiva a nákladů na krmivo na kilogram. Tato metoda je nejvhodnější pro porovnání výživových programů, kdy je očekávána změna v užitkovosti krmiva bez změny růstové rychlosti (Menegat et al. 2019).

4.1.3 Příjmy nad náklady na krmivo

Příjem nad náklady na krmivo (IOFC) představuje ziskovou marži, která se vypočítá odečtením nákladů na krmivo od výnosů, obvykle na jednom praseti. Výnosy na jedno prase se často odhadují vynásobením hmotnosti jatečně upraveného těla za tepla cenou jatečně upraveného těla za tepla nebo vynásobením celkového přírůstku hmotnosti cenou živé hmotnosti. Náklady na krmivo na jedno prase se odhadují vynásobením celkového příjmu krmiva náklady na krmivo. K nákladům na krmivo lze také připočítat náklady na zařízení a odhadnout tak příjem nad náklady na krmivo a zařízení (IOFFC) (Menegat et al. 2019).

5 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo popsat problematiku vlivu výživy na kvalitu vepřového masa. Bylo popsáno složení a vlastnosti vepřového masa, což je důležité pro pochopení vlivu jednotlivých živin v potravě. Dále se tato práce věnovala důležitosti živin, krmiv a krmných doplňků, které mohou ovlivnit technologické, senzorické a nutriční ukazatele kvality vepřového masa

Vepřové maso je nedílnou součástí lidské výživy, jelikož je cenným zdrojem bílkovin, esenciálních mastných kyselin, zinku, vápníku a jiných minerálních prvků. Obsahuje velké množství vitaminů především skupiny skupiny B. Aby to tak fungovalo i nadále, je potřeba dodržovat množství určitých živin v krmných dávkách pro prasata a zároveň nepolevovat ve výzkumech možných účinků alternativních složek stravy.

Práce se dále zabývala možnými odchylkami kvality vepřového masa a účinky jednotlivých živin na jejich zmírnění. Jedná se především o DFD či PSE, které lze díky úpravám ve výživě částečně snížit.

Byla též identifikována řada možností, jak může výživa ovlivnit kvalitu vepřového masa, a to jak pozitivně, tak negativně. Jako jedny z nejhlavnějších složek se ukázaly tuky a oleje, které mají následně velký vliv na složení IMT a celkového ukládání tuků. Složení lipidů v mase je důležité, jelikož jsou nosičem pro mnoho aromatických látek, přispívá k chutnosti masa a též ovlivňuje jeho křehkost. Dalšími velmi důležitými složkami jsou AK, minerály a vitamíny, především vitamín E, který má největší vliv na oxidaci lipidů a tím na nežádoucí žluknutí tuků.

Ukázalo se, že výživa ovlivňuje nejen konečnou kvalitu masa, ale také zdravotní stav zvířat. Pro většinu producentů vepřového masa jsou v posledních letech nejhlavnější faktory rychlost růstu a velké osvalení s malým množstvím tuku a v co nejkratší době za současného zachování kvality.

Na závěr byly popsány ekonomické dopady, kdy se ukázalo, že většina přístupů ke zlepšení kvality masa zvýší výrobní náklady.

6 Literatura

Ahmed HM. 2018. Ethnomedicinal, Phytochemical and Pharmacological Investigations of *Perilla frutescens* (L.) Britt. *Molecules* **24**:102.

Albendea P, Tres A, Rafecas M, Cvichi S, Solà-Oriol D, Verdú M, Guardiola M. 2023. Effect of feeding olive pomace acid oil on pork lipid composition, oxidative stability, colour, and sensory acceptance. *Animal* **17**:17517311.

Allison J. 2008. Vypořádejte se ekonomicky s kančím zápachem. *Maso* **19** (6):40–42.

Amaral AB, da Silva MV, Lannes da SSC. 2018. Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors – a review. *Food Science and Technology* **38**:1-15.

Apple JK, Maxwell CV, Derodas B, Watson HB, Johnson ZB. 2000. Effect of magnesium mica on performance and carcass quality of growing-finishing swine. *Journal of Animal Science* **78**:2135-2143.

Apple JK, Roberts WJ, Maxwell CV, Boger CB, Friesen KG, Rakes LK, et al. 2005. Influence of dietary manganese source and supplementation level on pork quality during retail display. *J Muscle Foods* **16**:207-222

Apple JK. 2015. Nutritional Effects on Pork Quality in Swine Production. *Pork Information Gateway* [online]. Available from: <https://porkgateway.org/wp-content/uploads/2015/08/nutritiona-effects-on-pork-quality.pdf>. (accessed January 2022)

Asghar A, Gray JI, Booren AM, Gomaa EA, Abouzied MM, Miller ER, Buckley DJ. 1991. Effects of supranutritional dietary vitamin E levels on subcellular deposition of α -tocopherol in the muscle and on pork quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **57**:31-41.

Bekhit AA, Hopkins DL, Geesink G, Bekhit AA, Franks P. 2014. Exogenous Proteases for Meat Tenderization. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **54**:1012-1031.

Bělková J, Rozkot M, Šuláková H, Weisbauerová E, Kuchařová S. 2023. Production of insect larvae suitable for livestock feeding on a meat and bone meal substrate. *Research in Pig Breeding*. vol. **17**:1-5.

Bindelle J, Buldgen A, Leterme P. 2008. Nutritional and environmental consequences of dietary fibre in pig nutrition: a review. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement/Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* [online]. Available from: <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=2179> (accessed January 2022)

Bocian M, Kapelański W, Adamowicz M, Jankowiak H, Cebulska A, Gimińska A, Mońko A. 2016. Influence of nutrition of pigs with legume-enriched mixtures on the quality of pork. *Nauka Przyr. Technol.* **10**:46. Available from:DOI: <http://dx.doi.org/10.17306/J.NPT.2016.4.46>

Böhmer BM, Roth-Maier DA. 2007. Effects of high-level dietary B-vitamins on performance, body composition and tissue vitamin contents of growing/finishing pigs. Online. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* **91**:6-10.

Bonnet M, Cassar-Malek I, Chilliard Y, Picard B. 2010. Ontogenesis of muscle and adipose tissues and their interactions in ruminants and other species. *Animal* **4**:1093-1109.

Bosi P. 1999. Feeding Strategies to Produce High Quality Pork - Review -. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **12**:271-281.

Cassens RG. 2000. Historical perspectives and current aspects of pork meat quality in the USA. *Food Chemistry* **69**:357-363.

Castell AG, Allen RD, Beames RM, Bell JM, Belzile R, Bowland JP, Elliot JI, Ihnat M, Larmond E, Mallard TM, Spurr DT, Stothers SC, Wilton SB, Young SB. 1975. Copper supplementation of Canadian diets for growing-finishing pigs. *Can. J. Anim. Sci.* **55**:113-134.

Conway E, Sweeney T, Dowley A, et al. 2022. The influence of duration of feeding dietary vitamin D2 enriched mushroom powder to finisher pigs on growth performance and meat quality parameters. *Animal Feed Science and Technology* **47**:1-11.

Cardwell G, Bornman J, James A, Black L. 2018. A Review of Mushrooms as a Potential Source of Dietary Vitamin D. *Nutrients* **10**:1498.

Corino C, Rossi R, Cannata S, Ratti S. 2014. Effect of dietary linseed on the nutritional value and quality of pork and pork products: Systematic review and meta-analysis. *Meat Science* **98**:679-688.

Cunnane SC, Ganguli S, Armstrong JK, Stitt PA. 1990. RAISED OMEGA-3 FATTY ACID LEVELS IN PIGS FED FLAX. *Canadian Journal of Animal Science* **70**:251-254.

Čítek J, Stupka R, Okrouhlá M, Vehovský K, Brzobohatý L, Šprysl M, Stádník L. 2015. Effects of dietary linseed and corn supplement on the fatty acid content in the pork loin and backfat tissue. *CAAS Agricultural Journals* **60**: 319-326.

Čížková H. 2019. Falšování masa a výrobků z masa. VERLAG DASHÖFER. *Normy a předpisy pro výrobce, distributory a prodejce potravin. Označování, hygienické požadavky, HACCP, obaly* [online]. Dostupné z: <https://www.potravinainfo.cz/33/falsovani-masa-a-vyrobyku-z-masa-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EstVtRjpnQxZiE31Jd1RiIZrJfTGJxOrnQ/>.

Den Hertog-Meischke MJA, Van Laack RJLM, Smulders FJM. 1997. The water-holding capacity of fresh meat. *Veterinary Quarterly* **19**:175-181.

De Tonnac A, Mourot J. 2018. Effect of dietary sources of n-3 fatty acids on pig performance and technological, nutritional and sensory qualities of pork. *Animal* **12**:1527-1535.

Dikeman ME. 2007. Effects of metabolic modifiers on carcass traits and meat quality. *Meat Sci.* **77**:121-135.

D'Souza DN, Pethick DW, Dunshea FR, Pluske JR, Mullan BP. 2003. Nutritional manipulation increases intramuscular fat levels in the Longissimus muscle of female finisher pigs. *Aust J Agric Res* **54**:745-749

Dvořák Z. 1987. *Nutriční hodnocení masa jatečných zvířat*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury. ISBN 0482987.

Ellis M, McKeith F. 2006. Nutriční vlivy na kvalitu vepřového masa. *Informační brána vepřového masa* [online]. Available from: <https://porkgateway.org/resource/nutritional-influences-on-pork-quality-2/>

ESSÉN-GUSTAVSSON, Birgitta a Stina FJELKNER-MODIG, 1985. Skeletal muscle characteristics in different breeds of pigs in relation to sensory properties of meat. *Meat Science* **13**:33-47.

Fiedler J, Smital J. 2003. Aspekty růstu svaloviny u prasat. *Náš chov* **63**:35.

Garcia-Launay F, Brossard L, Plantevin T. 2016. Economic and environmental optimization of feed sequence plans in pig fattening unit. *EAAP* Available from: <https://meetings.eaap.org/wp-content/uploads/2022/01/EAAP2016BA.pdf>. (accessed April 2023)

Gralak MA, Kielbik P, Godlewski M, Chrenková M. 2021. Poznatky na potrebu vybraných mikroprvkov vo výžive zvierat. *Krmivárství* **25**:11-14.

Gil M., Ramírez JA, Pla M et al. 2006. Effect of selection for growth rate on the ageing of myofibrils, meat texture properties and the muscle proteolytic potential of m. longissimus in rabbits. *Meat Science* **72**:121-129.

Goodband B, De Rouchey J, Tokach M, Dritz S, Nelssen J. 2006. A practical look at nutritional attempts to improve pork quality. *ResearchGate* [online]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/228343385_A_practical_look_at_nutritional_attempts_to_improve_pork_quality

Guo L, Miao Z, Ma H, Melnychuk S. 2021. Effects of maternal vitamin D₃ status on meat quality and fatty acids composition in offspring pigs. *Journal of Animal and Feed Sciences*. **30**:173-178.

Han Q, Huang X, He J, Zeng Y, Yin J, Yin Y. 2024. Intramuscular Fat Deposition in pig: A Key Target for Improving Pork Quality1. *Journal of Integrative Agriculture* **23**:741-1086.

Heinritz SN, Weis E, Eklund M et al. 2016. Intestinal Microbiota and Microbial Metabolites Are Changed in a Pig Model Fed a High-Fat/Low-Fiber or a Low-Fat/High-Fiber Diet. *PLOS ONE* **11**:1-21.

Heugten E. 2009. Magnesium in pig nutrition. *Pig333, Professional Pig Community* [online]. Available from: https://www.pig333.com/articles/magnesium-in-pig-nutrition_580/

Horký P, Zeman L. 2013. Minerální výživa plemenných prasat. *Zemedelec.cz – zpravodajství ze všech oborů zemědělství* [online]. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/mineralni-vyziva-plemennych-prasat/>

Hovorka F, Sidor V, Smíšek V. 1987. *Chov prasat*. Praha: SZN. ISBN 07-064-87.

Huang FR, Zhan ZP, Luo J, Liu ZX, Peng J. 2008. Duration of dietary linseed feeding affects the intramuscular fat, muscle mass and fatty acid composition in pig muscle. *Livestock Science* **118**:132-139.

Chae BJ. 2000. Impacts of Wet Feeding of Diets on Growth and Carcass Traits in Pigs. *Journal of Applied Animal Research* **17**:81-96.

Cheng SS, Li Y, Geng SJ, Hu LS, Fu XF, Han XY. 2017. Effects of dietary fresh fermented soybean meal on growth performance, ammonia and particulate matter emissions, and nitrogen excretion in nursery piglets. [online]. *J Zhejiang Univ Sci B*. Dec. **18**:1083-1092.

Christodoulou V, Bampidis VA, Sossidou E, Ambrosiadis J, Hučko B, Iliadis C, Kodeš A. 2006. The use of extruded chickpeas in diets for growing-finishing pigs. *Czech Journal of Animal Science* **51**:334-342

Ingr I. 1986. *Mlékařství a hodnocení živočišných výrobků část II.*, 1. vyd., Vysoká škola zemědělská, Brno, 138s.

Ingr I. 1996. *Technologie masa*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-715-7193-8.

Ingr I. 2004. *Produkce a zpracování masa*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 202 s. ISBN: 8071577197.

- Irie M, Sakimoto M. 1992. Fat characteristics of pigs fed fish oil containing eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids. *Journal of Animal Science*. **70**:470-477
- Jondreville C, Dourmad JY. 2005. Le phosphore dans la nutrition des porcs. *INRAE Productions Animales* **18**:183-192
- Kadlec P et al. 2002 Technologie potravin I. VŠCHT, Praha, 300 s., ISBN 80-7080-509-9.
- Kalaras MD, Beelman RB, Elias RJ. 2012. Effects of Postharvest Pulsed UV Light Treatment of White Button Mushrooms (*Agaricus bisporus*) on Vitamin D 2 Content and Quality Attributes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **60**:220-225.
- Kameník J. 2014. *Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita. ISBN 978-80-7305-673-5.
- Kim Ball SR, Farrell PA, Jefferson LS. 2002. Exercise effects on muscle insulin signaling and action invited review: role of insulin in translational control of protein synthesis in skeletal muscle by amino acids or exercise. *J Appl Phys* **93**:1168-1180
- Koucký M, Ševčíková S. 2005. Odlišnosti ve výživových a technologických znacích jakosti vepřového masa. *Maso*.
- Kratochvíl L, Zdražil K, Pešek M. 1985. *Mlékařství a hodnocení živočišných výrobků*. 1. vyd. Vysoká škola zemědělská Praha ve Videopress MON. 321s.
- Kyzlink V. 1990. *Principles of food preservation*. New York: Elsevier. ISBN 0444988440.
- Lawrie RA. 1998. *Lawrie's meat science*. 6. Woodhead Publishing limited. Cambridge England. ISBN 1 85573 395 1.
- Lawrie RA, Ledwars D. 2006. *Lawrie's meat science*. 7. Woodhead Publishing. Cambridge England
- Lawlor PG, Lynch PB, Gardiner GE, Caffrey PJ, O'Doherty JV. 2002. Effect of liquid feeding weaned pigs on growth performance to harvest^{1,2}. *Journal of Animal Science* **80**:1725-1735.
- Lebret B, Guillard AS. 2005. Outdoor rearing of cull sows: Effects on carcass, tissue composition and meat quality. *Meat Science* **70**:247-257.
- Ledward D, Kerry J, Kerry J. 2002. *Meat Processing - Improving quality*. Woodhead Publishing limited. ISBN 978-1-85573-583-5.

Li S, Diao X, Mao X, Liu H, Shan K, Zhao D, Zhou G, Li CH. 2023. The red, firm, non-exudative and pale, soft, exudative pork have different in vitro digestive properties of protein. *Meat Science* [online]. **198**. Available from: doi:10.1016/j.meatsci.2023.109110

Li Y, Feng Y, Chen X, He J, Luo Y, Yu B, Chen D, Huang Z. 2024. Dietary short-term supplementation of grape seed proanthocyanidin extract improves pork quality and promotes skeletal muscle fiber type conversion in finishing pigs. *Meat Science* **210**(e109436).

Listrat A, Lebret B, Louveau I, Astruc T, Bonnet M, Lefaucheur L, Picard B, Bugeon J. 2016. How Muscle Structure and Composition Influence Meat and Flesh Quality. *The Scientific World Journal* **2016**:1-14.

Ma, X., Yu, M., Liu, Z. *et al.* 2020. Effect of amino acids and their derivatives on meat quality of finishing pigs. *J Food Sci Technol.* **57**:404–412.

Madeira MS, Alfaia CM, Costa P, Lopes PA, Lemos JP, Bessa RJ, Prates JA (2014) The combination of arginine and leucine supplementation of reduced crude protein diets for boars increases eating quality of pork. *J Anim Sci* **92**:2030–2040

Mahan DC, Cline TR, Richert B. 1999. Effects of dietary levels of selenium-enriched yeast and sodium selenite sources fed to growingfinishing pigs on performance, tissue selenium, serum glutathione peroxidase activity, carcass characteristics, and loin quality. *J Anim Sci.* **77**:2172-2179.

Maw SJ, Fowler VR, Hamilton M, Petchey AM. 2001. Effect of husbandry and housing of pigs on the organoleptic properties of bacon. *Livestock Production Science* **68**:19-130.

Menegat MB, Goodband RD, Derouchey JM, Tokach MK, Woodworth JC, Dritz SS. 2019. Economics in Swine Nutrition. *Kansas State University* [online]. Available from: <https://www.asi.k-state.edu/extension/swine/swinenutritionguide/pdf/KSU%20Economics%20in%20Swine%20Nutrition%20fact%20sheet.pdf>.

Miller MF, Shackelford SD, Hayden KD, Reagan JO. 1990. Determination of the alteration in fatty acid profiles, sensory characteristics and carcass traits of swine fed elevated levels of monounsaturated fats in the diet. *J Anim Sci* **68**:1624-1631.

Mourot J, Peineau P, Aumaitre A, Chevillon P. 1992. Journées Rech. Porcin en France. **24**:55-64

Mustafa AF, Thacker PA, McKinnon JJ, Christensen DA, Racz VJ. 2000. Nutritional value of feed grade chickpeas for ruminants and pigs. *J. Sci. Food Agric* **80**:1581–1588.

- Ngapo TM, Gariépy C. 2008. Factors Affecting the Eating Quality of Pork. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **48**:599-633
- Nguyen DH, Seok WJ, Kim IH. 2020. Organic Acids Mixture as a Dietary Additive for Pigs—A Review. *Animals* **10**:952. Available from:<https://doi.org/10.3390/ani10060952>
- Ohene-Adjei S, Bertol T, Hyun Y, Ellis M, Brewer S, McKeith FK. 2001. The effect of dietary supplemental vitamin E and C on odors and color changes in irradiated pork. *J. Anim. Sci* **79**:443
- Okrouhlá M a kol. 2006. Efekt porážkové hmotnosti a pohlaví na chemické složení vepového masa. *Maso***17**:14-18
- Okrouhlá M, Stupka R, Čítek J, Šprysl M. 2011. Vliv přídavku selenu na kvalitu vepřového masa. *Náš chov* **71**:74-75.
- Olivares A, Daza A, Rey AI, Lopez-Bote CJ. 2009. Interactions between genotype, dietary fat saturation and vitamin A concentration on intramuscular fat content and fatty acid composition in pigs. *Meat Sci.* **82**:6-12.
- O’neill DJ, Lynch PB, Troy DJ, Buckley DJ, Kerry JP. 2003. Influence of the time of year on the incidence of PSE and DFD in Irish pigmeat. *Meat science*, **64**:105-111.
- Palanská O, Mojto J, Hetényi L. 1993. Súčasný pohľad na kvalitu tuku jatočných ošípaných. *Náš chov* **53**: 25-27.
- Pavelková D. 2021. Odstav selat bez ZnO. *Krmivářství*. **25**.(5), 24-25. ISSN 1212-9992.
- Peeters E, Driessen B, Geers R. 2006. Influence of supplemental magnesium, tryptophan, vitamin C, vitamin E, and herbs on stress response and pork quality. *J Anim Sci.* **84**:1827-1838.
- Pennington JAT. 1989. *Bowes & Church's Food Values of Portions Commonly Used*. 15. HarperCollins Publishers. ISBN 9780060551575.
- Pereira PM de CC, Vicente AFRB. 2013. Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Science* [online]. **93**:586-592.
- Pérez ML, Escalona H, Guerrero I. 1998. Effect of calcium chloride marination on calpain and quality characteristics of meat from chicken, horse, cattle and rabbit. *Meat Science* [online]. **48**:125-134
- Perez-Palacios T, Ruiz-Carrascal, J., Solomando, J. C., & Antequera, T. 2019. Strategies for enrichment in ω -3 fatty acids aiming for healthier meat products. *Food Review International*, **35**:485–503.

Pettigrew JE, Esnaola MA. 2001. Swine nutrition and pork quality: A review. *Journal of Animal Science* **79**:316-342.

Pipek P. 1995. Technologie masa I. VŠCHT Praha. ISBN 80-7080-174-3.

Pipek P. 1995. Technologie masa I., 4. vydání, VŠCHT Praha, 334s., ISBN 80-70-80.
ČSN ISO 676010: 1985, Maso a masné výrobky. Termíny a definice. Praha- český normalizační institut, 1985, 16 s.

Pipek Petr, Jirotková D. 2001. *Hodnocení jakosti, zpracování a zbožiznalství živočišných produktů*. České Budějovice: Jihočeská univerzita. ISBN 80-7040-490-6.

Pipek P, POUR M. 1998. *Hodnocení jakosti živočišných produktů*. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN 80-213-0442-1.

Pirtyáková L. 2011. Systém posuzování jakosti masa jako vstupní suroviny pro výrobu trvanlivých a fermentovaných salámů [Diplomová práce]. Jihočeská univerzita V Českých Budějovicích, České Budějovice.

Piva G. 1995. Traquilizing effect of nicotinic acid and its effects on pork meat and Parma ham quality. *Feed Additive News*, Lonza, Inc., Fair Lawn, NJ. pp.1-7.

Rao Z, TOKACH MD, WOODWORTH JC, DEROUCHÉY JM, GOODBAND RD, GEBHARDT JT. 2023. Effects of Various Feed Additives on Finishing Pig Growth Performance and Carcass Characteristics: A Review. *Animals* **13**:200.

Rehfeldt C, Stabenow W, Pfuhl R., Block J, Nürnberg G, Otten W, Metges CC, Kalbe C. 2012. Effects of limited and excess protein intakes of pregnant gilts on carcass quality and cellular properties of skeletal muscle and subcutaneous adipose tissue in fattening pigs. *Journal of Animal Science* **90**: 184-196.

Rey AI, Segura JF, Castejón D, Fernández-Valle E, Cambero M^a, Calvo L. 2020. Vitamin D3 Supplementation in Drinking Water Prior to Slaughter Improves Oxidative Status, Physiological Stress, and Quality of Pork. *Antioxidants* **9**: 559

Rutkowski A, Kasprowicz-Potocka M, Mikula R, Hejdysz M. 2015. *Możliwości zastosowania nasion roślin strączkowych w żywieniu zwierząt gospodarskich*. Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa FAPA Warszawa, 31-44.

Saddoris KL, Crenshaw TD, Claus JR, Fakler TM. 2003. Growth performance, carcass characteristics, and pork color in finishing pigs fed two sources of supplemental iron. *J. Anim. Sci.* **81**:43

- Saláková A. 2012. Instrumentální hodnocení textury a barvy masa a masných výrobků. *Maso* **23**:37-42.
- Salgado P, Lallès JP, Toullec R, Mourato M, Cabral F, Freire JPB 2001. Nutrient digestibility of chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds and effects on the small intestine of weaned piglets. *Animal Feed Science and Technology* **91**: 197-212.
- Samovski D, Jacome-Sosa M, Abumrad NA. 2023. Fatty Acid Transport and Signaling: Mechanisms and Physiological Implications. *Annual Review of Physiology* **85**:317-337.
- Schutte JB, Verstraten AJMA, Lenis NP, Jong JD, Diepen JTMV. 1995. Requirement of young pigs for apparent ileal digestible tryptophan. *Neth J Agri Sci* **43**:287–296
- Spais A.B. 1997. Feedingstuffs and Rations (in Greek). 2nd ed. Sinchroni Paedia, Thessaloniki. Greek.
- Steinhauser L et al. 1995. Hygiena a technologie masa. 1.vyd. Vydavatelství potravinářské literatury LAST, Brno. 664 s. ISBN: 80-900260-4-4.
- Steinhauser L. 2000. *Produkce masa: vysokoškolská učebnice*. Tišnov: Last. ISBN 80-900-2607-9.
- Stupka R a kol. 2008. Effect of weight and sex on intramuscular fat amounts in relation to the formation of selected carcass cuts in pigs. *Czech Journal of Animal Science* **53**:506-514.
- Stupka R, Šprysl M, Čítek J. 2009. *Základy chovu prasat*. Praha: Powerprint. ISBN 978-80-904011-2-9.
- Šimeček K, Heger J, Zeman L. 1993. *Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro prasata*. 2. přeprac. vyd. VÚVZ Pohořelice, 60s.
- Šimek M. 2008. Možnosti krmení jatečných prasat. *Zemědělec* **16**:9.
- Tan B, Yin Y, Liu Z, Li X, Xu H, Kong X, Huang R, Tang W, Shinzato I, Smith SB, Wu G. 2009. Dietary L-arginine supplementation increases muscle gain and reduces body fat mass in growing-finishing pigs. *Amino Acids* **37**:169–175
- Trowell H., 1976. Definition of dietary fibre and hypothesis that it is a protective factor in certain diseases. *Am. J. Clin. Nutr* **29**:417-427
- Tvrdoň Z. 2001. *Faktory ovlivňující podíl libové svaloviny v jatečném těle prasat*. *Náš chov*.
- Václavková E, Lustyková A. 2012. Faktory ovlivňující kvalitu masa. *Náš chov*. **72**:38-40.

Valente Júnior DT, Dos Reis Barbosa LM, Soares MH, De Amorim Rodrigues G, Da Silva Gomes M, Da Silva CB, Teixeira LM, Cunha Júnior RL, Abranches FF, Saraiva. 2021. A. Dietary supplementation of chromium for finishing pigs. *Cienc. Rural* **51**:1–10.

Velíšek J. 2002. *Chemie potravin*. Vyd. 2. upr. Tábor: OSSIS. ISBN 80-866-5903-8.

Wensley MR, Tokach MD, Woodworth JC, Goodband RD, DeRouchey JM, Gebhardt JT. 2023. Nutritional strategies to improve the growth performance of pigs marketed in summer. *J Swine Health Prod.* **31**:197-200.

Westendorf ML, Dong ZC, Schoknecht PA. 1998. Recycled cafeteria food waste as a feed for swine: nutrient content digestibility, growth, and meat quality. *Journal of Animal Science* **76**:2976–2983.

Wierzbicka A, Świątkiewicz M, Tyra M, Szmatoła T, Oczkiewicz M. 2023. Effect of different doses of cholecalciferol and calcidiol on meat quality parameters and skeletal muscle transcriptome profiles in swine. *Meat Science* **197**:1-9.

Wood JD, Enser M. 1997. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *British Journal of Nutrition* **78**:49-60

Wood, JD, Nute GR, Richardson RI et al. 2004. Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs. *Meat Science* **67**:651-667.

Wu C, Liu JF, Kong XF. 2012. Effects of dietary arginine and alanine on meat quality, amino acid composition and antioxidant function of Huanjiang Xiang pig. *J Anim Nutr* **3**:528–535.

Wu G, Bazer FW, Dai Z, Li D, Wang J, Wu Z. 2014. Amino Acid Nutrition in Animals: Protein Synthesis and Beyond. *Annual Review of Animal Biosciences* **2**:387-417.

Xia J, He QX, Wang L, Wang L, Zang DJ, Wang JF, Liu D. 2022. Evaluation of dietary *Perilla frutescens* seed on performance and carcass quality in finishing castrated male Songliao black pigs. *Veterinary Medicine and Science* **8**:598-606.

Xu M, Chen X, Huang Z et al. 2022. Effects of dietary grape seed proanthocyanidin extract supplementation on meat quality, muscle fiber characteristics and antioxidant capacity of finishing pigs. *Food Chemistry* (367) Available from: doi:10.1016/j.foodchem.2021.130781

Yi W, Huang Q, Wang Y, Shan T. 2023. Lipo-nutritional quality of pork: The lipid composition, regulation, and molecular mechanisms of fatty acid deposition: The lipid composition, regulation, and molecular mechanisms of fatty acid deposition. *Animal Nutrition* **13**:373-385.

Yin W, Junna L, Huaqing L, Biyu LV. 2017. Nutritional Value, Food Ingredients, Chemical and Species Composition of Edible Insects in China. 10.5772/intechopen.70085.

Zeman L, Šimeček K. 1987. Zásady správné výživy prasat ve velkovýrobních podmínkách. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Zpracováno na základě výsledků výzkumu Výzkumného ústavu výživy zvířat v Pohořelicích. 42 s

Zeman L. 1999. *Výživa a krmení prasat v programu PLEMHYB®*. 2. přepracované a rozšířené vyd. Brno: Plemenáři Brno. ISBN 80-238-3389-8.

Zeman L kol. 2006. *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Praha: Profi Press. ISBN 80-86726-17-7.

Zhang H, Dong X, Wang Z, Zhou A, Peng Q, Zou H, Xue B, Wang L. 2016. Dietary conjugated linoleic acids increase intramuscular fat deposition and decrease subcutaneous fat deposition in Yellow Breed × Simmental cattle. *Animal Science Journal* **87**:517-524.

Zralý Z, Písaříková B, Trčková M, Herzig I, Jůzl M, Simeonovová J. 2006. Effect of Lupine and Amaranth on Growth Efficiency, Health, and Carcass Characteristics and Meat Quality of Market Pigs. *Acta Veterinaria Brno* **75**:363-372.

7 Seznam použitých zkratk a symbolů

AMK, AK = aminokyselina

KD = krmná dávka

PSE = pale – soft – exudative; maso bledé – měkké – vodnaté

DFD = – dark – firm – dry; maso tmavé – tuhé – suché

DDGS = sušené výpalky s rozpustným podílem

MEp = metabolizovatelná energie

WHC = schopnost zadržovat vodu

IMT = intramuskulární tuk

DFM = přímo zkrmované mikrobiální organismy

NSP = neškrobové polysacharidy

AST = aspartátaminotransferáz